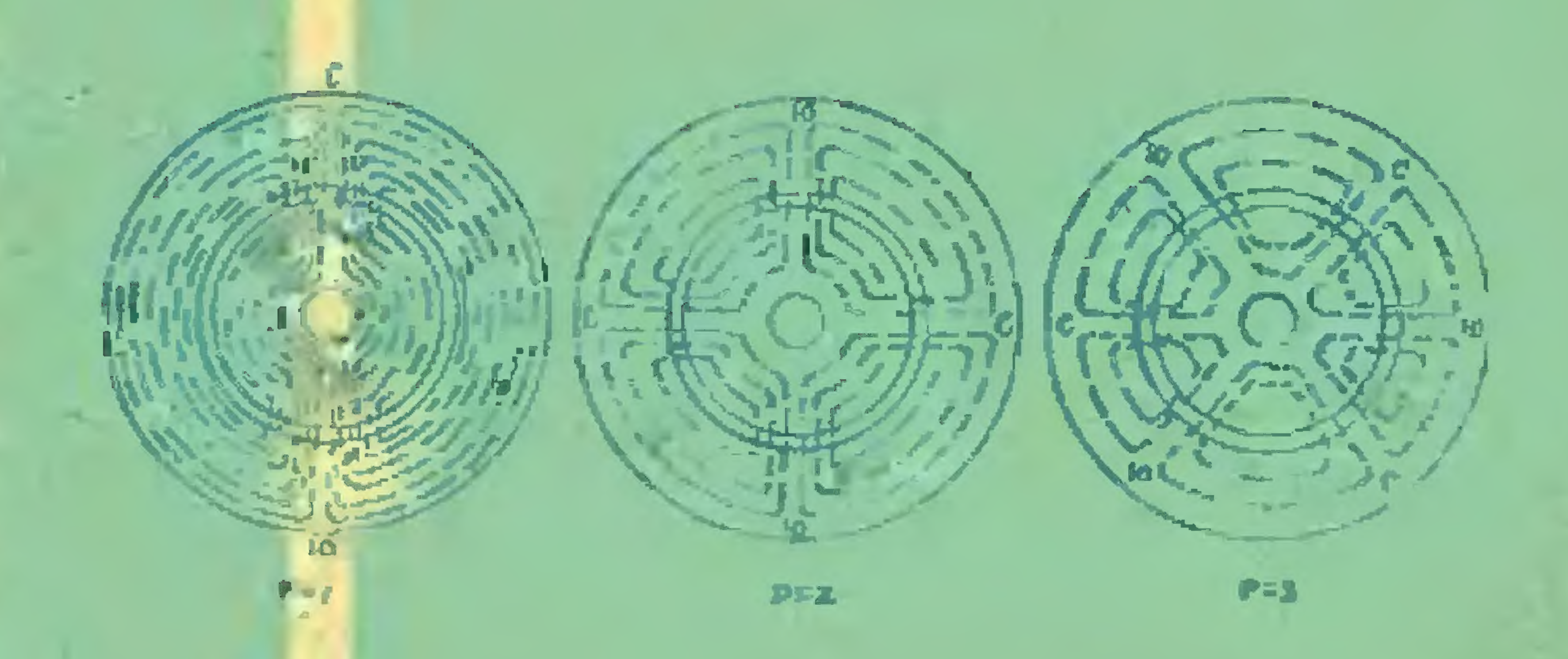
Ф.С. ДЕВОТЧЕНКО

ЗАМЕНА ОБМОТКИ МНОГОСКОРОСТНЫХ ЭЛЕКТРОДВИГАТЕЛЕЙ

справочное пособие

ЧАСТЬ 2



Ф. С. ДЕВОТЧЕНКО

ЗАМЕНА ОБМОТКИ МНОГОСКОРОСТНЫХ ЭЛЕКТРОДВИГАТЕЛЕЙ

Справочное пособие

ЧАСТЬ 2

Издательство
«Советская Кубань»
1991

Технический редактор Р. И. Глова.
Формат бумаги 84×108 1/32. Объем 3 печ. л.
Тираж 5000. Заказ № 446. Цена 4 руб.
Отпечатано с готовых фотоформ в типографии издательства «Советская Кубань», 350680, ГСП, г. Краснодар, ул. им. Шаумяна, 106.

ОГЛАВЛЕНИЕ

Предисловие

Многоскоростные электродвигатели выпускаются с полюсно-переключаемыми обмотками (ППО), частичный ремонт и полная замена которых проводятся по более сложным схемам в сравнении с односкоростными.

Большое разнообразие схем полюсно-переключаемых обмоток и в связи с тем, что в существующей литературе они выполнены развернутыми с расположением сторон катушек (секций) по пазам статора, затрудняется практическое их выполнение.

В справочном пособии для удобства и упрощения использования существующие схемы изменены и выполнены условными катушечными группами, что значительно облегчает работу по замене полюсно-переключаемых обмоток.

Помимо этого приведен простой метод расчета обмоточных данных для электродвигателей, не имеющих каталогов, а также помещены обмоточные данные многоскоростных электродвигателей серии АИР, 4А, АО2, типа Т, лифтовых и высокочастотных преобразователей.

Пособие предназначено для мастеров практиков и обмотчиков.

1. Назначение и особенности многоскоростных электродвигателей

Многоскоростные электродвигатели применяются в приводах станков и различных агрегатов, не имеющих специальных устройств для изменения числа оборотов. Выпускаются они с короткозамкнутым ротором; двух-трех-и четырехскоростные, с переключением числа полюсов обмотки статора. В зависимости от отношения полюсов, сложности схем и года выпуска многоскоростных электродвигателей, их статоры выполнены в четырех вариантах:

независимыми друг от друга односкоростными обмотками на две, три, даже четыре частоты вращения;

с одной или двумя полюсно-переключаемыми обмотками (ППО), в первом случае двухскоростными, а во втором — четырехскоростными;

с наличием трех частот вращения электродвигателя, одна обмотка изготовлена полюсно-переключаемой — двухскоростной, а вторая — односкоростной, независимой — на любое число полюсов;

с одной полюсно-переключаемой обмоткой на три или четыре частоты вращения.

Если во многоскоростном электродвигателе имеется несколько самостоятельных обмоток последовательного соединения, сопряжением фаз в звезду, то порядок и последовательность их укладки в статор, а также размещение в них катушечных групп безразлично, тогда как при наличии параллельных ветвей или сопряжений фаз в треугольник, несоблюдение указанного может привести к ненормальной работе электродвигателя, о чем будет изложено ниже.

Электродвигатели с самостоятельными обмотками имеют плохое использование и заполнение пазов из-за наличия большого количества проводов и прокладок, что значительно снижает мощность по ступеням скоростей.

Наличие в статоре двух полюсно-переключаемых обмоток и особенно одной на три или четыре частоты вращения улучшает заполнение пазов и позволяет более рационально использовать сердечник статора, в результате чего повышаются мощности электродвигателя.

Для электродвигателей небольшой мощности полюсно-переключаемые обмотки выполняются последовательно по схемам Y/Y, Δ/Y, Y/Δ, Δ/Δ а также Δ/YY, $Y/\Delta\Delta$, YY/Δ, YY/Y, Y/YY, YYY/YYY и т. п.

Несмотря на иаличие в схемах нескольких знаков, которые указывают запораллеленные двойные или тройные звезды и треугольники, такие обмотки считаются последовательными, так как катушечные группы каждой части фазы включены последовательио (см. рис. 1а, 2а, 3а). В электродвигателях большой мощности с полюсно-переключаемыми обмотками параллельиые ветви считаются в том случае, если в схемах, включенных в треугольник или звезду, катушечные группы каждой части фазы по две или более соединены между собой параллельно (рис. 2б, 3б). В этом случае в каталогах и схемах помимо знаков сопряжения фаз должно быть указано число параллельиых ветвей $c=2$ или $c=3$. Отсутствие пометки параллельных ветвей озиачает, что обмотка сопряжена выводами в две, три звезды или треугольника, что свидетельствует о том, что они запаралелены на определеииой скорости. Приведенные схемы полюсно-переключаемых обмоток имеют число выводов от 6 до 22, в зависимости от соотношения полюсов.

Переключение выводов обмоток производится специальными барабаниыми переключателями, изготовленными на разиые вариаиты.

По сложиости выполнения схем многоскоростные электродвигатели подразделяются на две части: с отношением полюсов равиым 2/1 и — не равиыми 2/1. К первым относятся электродвигатели с частотой вращеиия — 1500/3000 об/мии или $2p=4/2$, 750/1500 об/мин. или $2p=8/4$, 500/1000 об/мин или $2p=12/6$ и т. д. а ко вторым - 1000/1500 об/мин или $2p=6/4$, 750/1000 об/мин или $2p=8/6$, 1000/3000 об/мин. или $2p=6/2$, 750/3000 об/мин или $2p=8/2$, 600/3000 об/мии или $2p=10/2$, 375/1500 об/мин. или $2p=16/4$ и т. д.

Полюсио-переключаемые обмотки с отиошеиием полюсов равиым 2/1 и особенно при $2p=4/2$ выполияются двухслойными, а при отношеиии полюсов 3/2 и менее могут быть однослойиыми вразвалку. Если в быстроходном электродвигателе выполиить обмотку статора однослойной вразвалку, то при пятидесятипроцентиом укорочеиии шага ротор двигателя может не развериуться или, иачав вращаться, застрянет на одиой из низших ступеией оборотов. Иногда даже с двухслойиой обмоткой при отношеиии полюсов равными 2/1 прииимается для большего числа полюсов шаг не диаметральный, а на одии паз удлиненный, тогда и при меньшем числе полюсов шаг будет увеличен, что улучшит запуск электродвигателя.

В зависимости от выбора схемы полюсно-переключаемой обмотки, при разном числе полюсов, электродвигатель может быть с постоянной мощностью или с постоянным моментом.

Электродвигатели с ППО и постоянной мощностью имеют следующие схемы:
Y/*Y*, △/△, *YY*/△, △/*YY*, *YY*/*YY*, △△/△△, *YYY*/*YYY* и т. д.

В этом случае число витков в фазах при обеих числах полюсов будет одинаково или близко друг к другу, значит их токи и мощности будут одинаковы или близки Ркят = = постоянной. Вращающие моменты их будут разные, зависящие от числа оборотов.

Электродвигатели с постоянным моментом имеют такие схемы:

△/△△, *Y*/*YY*, *Y*/△, *YY*/△△, *YYY*/△△△ и т. д.

В этом случае при меньшем числе полюсов катушечные группы, разделенные на две части в каждой фазе, включаются в двойной треугольник или двойную звезду параллельно, в результате чего число витков в фазе умеиьшается, а сечение проводов, ток и мощность увеличиваются в два раза. При переключеиии с больших на меиьшее число полюсов по схеме *Y*/△ число витков уменьшается, а ток и мощность увеличаться в 1,73 раза. Значит при большей мощности и больших оборотах, а также при меньшей мощности и меиьших оборотах вращающие моменты будут одинаковыми М = постоянный.

2. Обмотки для многоскоростных электродвигателей

2.1. Полюсно-переключаемые обмотки с отношением полюсов равным 2/1

Эти полюсио-переключаемые обмотки простые, имеют соединение выводов обмотки треугольиик-двойная звезда (△/*YY*) по схеме Даландера в основном с постояиной мощностью. Ее простота заключается в том, что при составлении существует определенная закономерность, так как катушечные группы остаются в своих фазах, все одинаковые и не делятся иа части при переключении, поэтому для каждой фазы указаны условные КГ разными фигурами □ △ ○.

Число катушечных групп на фазу (КГф) и число пазов на полюс и фазу (q) (число секций в катушечной группе), определяется по меньшему числу полюсов, т.е. КГф = 2р меньшее, q = Z/3.2p меньшее, а шаг обмотки (У) принимается по большему числу полюсов У = Z/2p большее. Обмотка выполняется двухслойной.

Для изменения числа полюсов достаточно в полюсно-переключаемой обмотке изменить направление тока в половине катушечиых групп каждой фазы, что достигается как при последовательном, так и при параллельном соединении. Обмотка при большем числе полюсов соедиияется в треугольник (△), но так как число катушечных групп вполовину меньше, чем их должно быть при двухслойиой обмотке, то они соединяются как при однослойной обмотке — концы с началами, что создает необходимое число полюсов. Для обеспечеиия одностороииего вращения ротора при разных полюсах за начало фаз в обмотке с большим числом полюсов принимаются начала катушечных групп 1-й, 5-й; 9-й, при этом расстояиие между началами фаз будет не 120, а 240 электрических градусов.

При составлении схемы катушечные группы делятся иа две части в каждой фазе, и концы соединяются с началами, в одиу часть нечетные, а во вторую — четные. Части фаз соединяют конец первой с началом второй, а места их соединения в точках А, В, С являются началами выводов для обмотки с меньшим числом полюсов. Соединение схемы обмотки для большего числа полюсов в треугольиик производится путем объединения фаз — конца первой с началом второй, конца второй с началом третьей, конца третьей с началом первой.

При включении выводов обмотки на меньшее число полюсов вывода обмотки с большим числом полюсов замыкаются между собой, что образует двойную звезду. Полюсно-переключаемые обмотки с отношеиием полюсов равным 2/1 по схеме Даландера △/*YY* примеияются для всех серий электродвигателей с соответственным числом полюсов в зависимости от числа пазов статора. Такие схемы с условными катушечиыми группами при последовательном соедииении, а также дополнительно в треугольник и двойиую звезду с последовательным и параллельным соединением показаны на рис. 1, 2, 3. Так как катушечные группы указаны условными, то этими схемами можно пользоваться для любого числа пазов статора.

На рис. 1а приведена схема последовательной двухслойной двухскоростиой ППО иа 2р=4/2.

при Z=24, q=4, У=6(1-7) или У=7(1-8) КГ=6
при Z=36, q=6, У=9(1-10) или У=10(1-11) КГ=6
при Z=48, q=8, У=12(1-13) или У=13(1-14) КГ=6

На рис. 2 приведены схемы двухслойных двухскоростных ППО последовательно и в две параллельные ветви на 2р=8/4.

при Z=36, q=3, У=5(1-6), КГ=12
при Z=48, q=4, У=6(1-7), КГ=12
при Z=54, q=4,5, У=7(1—8), КГ=12
при Z=72, q=6, У=9(1-10), КГ=12

При Z=54 получается дробное число пазов на полюс и фазу, поэтому обмотку выполиить можно только последовательной, при этом половина катушечных групп заготовляется по пять секций, и половина — по четыре секции, а укладка их чередуется 5, 5, 4, 4, 5, 5, 4, 4, 5, 5, 4, 4, что позволяет во всех трех фазах получить одинаковое число секций.

На рис. 3 приведены схемы двухскоростных двухслойных ППО последовательно и в три параллельные ветви на 2р==12/6

при Z=54, q=3, У=5(1-6), КГ=18
при Z=72, q=4, У=6(1-7), КГ=18

На рис. 1б показана схема барабанного переключателя для всех полюсио-переключаемых двухскоростных обмоток с отношением полюсов 2/1,

1-е положение — включение в треугольник (△);

2-е положение — включение в двойную звезду (*YY*). При этом М - меньшее число полюсов, Б — большее число полюсов.

Полюсно-переключаемые двухскоростные двухслойные обмотки с отношением полюсов 2/1 соединением △/*YY* можно выполнять по схеме двойиая звезда-треугольник (*YY*/△). Разиица заключается в том, что обмотка с меньшим числом полюсов включается в треугольник (△), а с большим числом полюсов — в двойиую звезду (*YY*).

Кроме того, для получения меньшего числа полюсов при соединении обмотки в треугольник иаправление тока во вторых половинах фаз с четным числом катушечных групп измеияется, а при двойной звезде для обмотки с большим числом полюсов направление тока в катушечных группах будет одииаково, что достигается соединением концов с

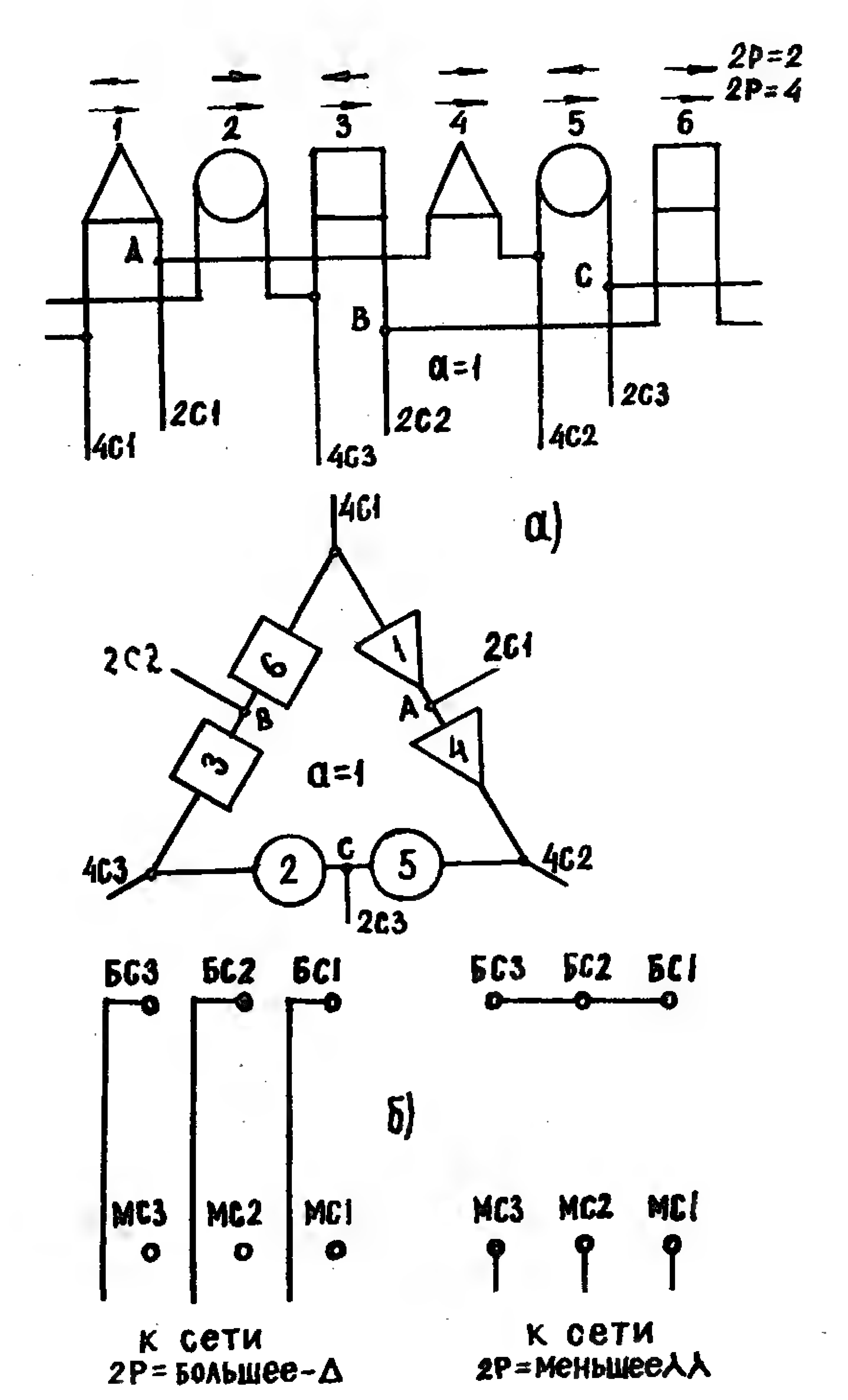


Рис.1. Схема Даландера двухскоростной двухслойной равносекционной ППО с условными КГ-6 и расположением их в фазах треугольника последовательно ($a=1$), $2p={}^4/_2$, $\triangle/YY$

б) Схема барабанного переключателя скоростей ППО $2p={}^4/_2$, ${}^8/_4$, ${}^{12}/_6$. $\triangle/YY$

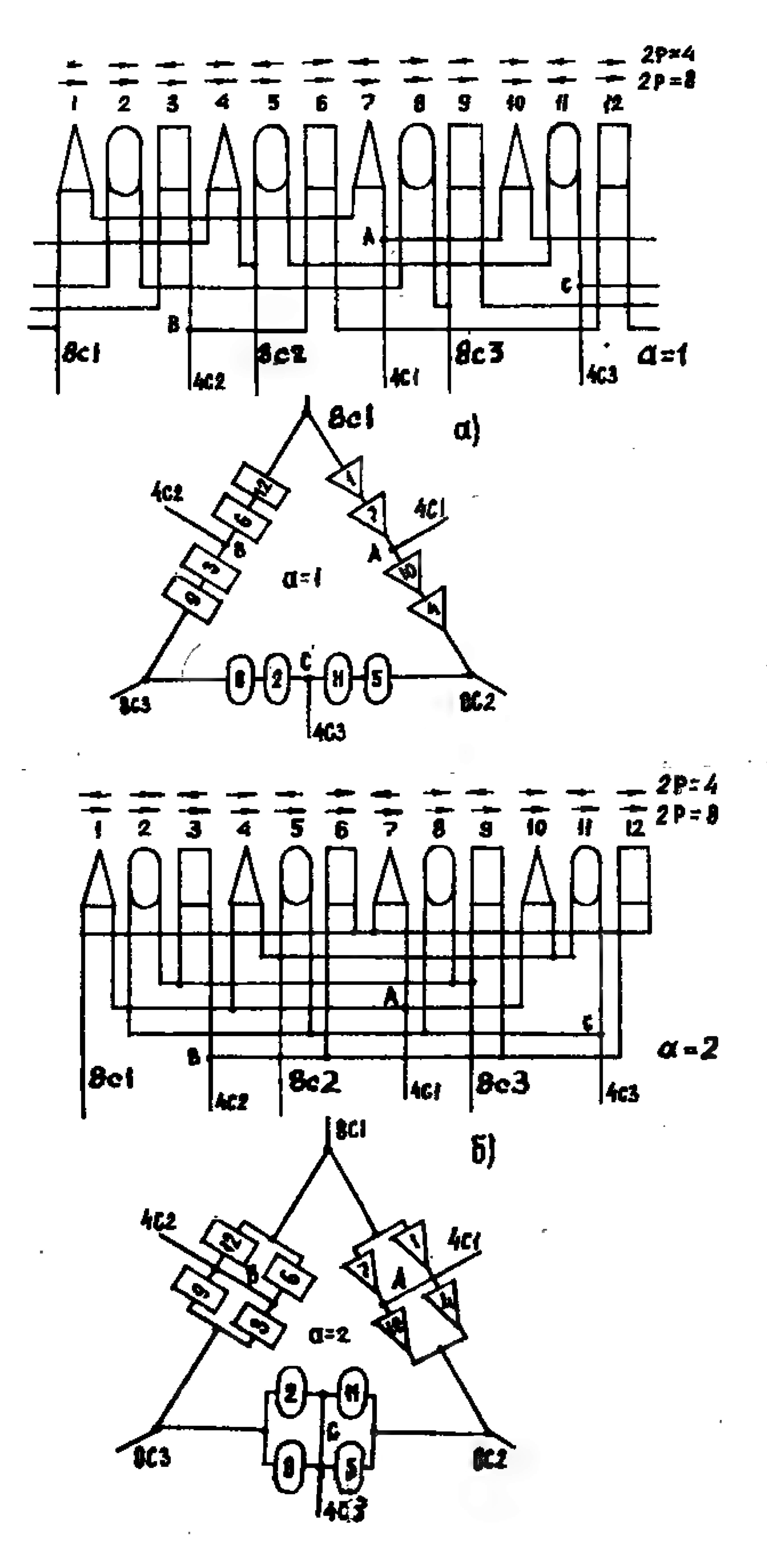
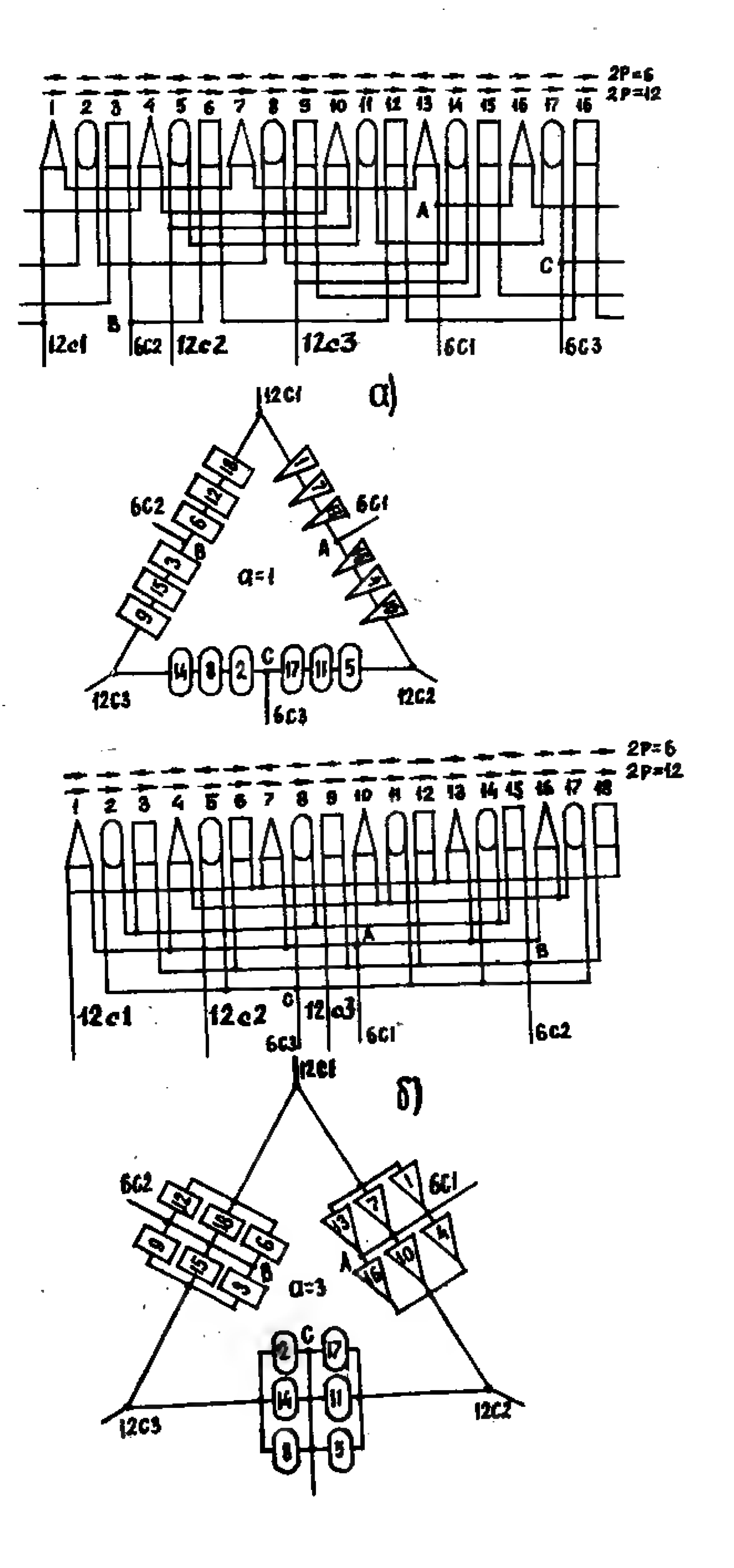


Рис.2. Схема Даландера двухскоростной двухслойной равносекционной ППО с условными КГ = 12 и расположением их в треугольнике, 2р = $^{8}/_{4}$, $\triangle/YY$

а) последовательно ($a = 1$)

б) в две параллельные ветви ($a = 2$).



Р и с.3. Схема Даландера двухскоростной двухслойной равносекционной ППО с условными КГ = 18 и расположением их в фазах треугольника, 2р = $^{12}/_{6}$, Δ / YY

а) последовательно ($a = 1$)

б) в три параллельные ветви ($a = 3$)

началами частей фаз четиых и нечетных катушечных групп в треугольнике. При включении обмотки с большим числом полюсов, вывода в обмотке с меньшим числом полюсов замыкаются. Эта обмотка сложнее схемы Даландера, поэтому применяется редко, но ее можно встретить в схемах А. М. Харитонова — в обмотках с отношением полюсов не равных 2/1 с дополнительной обмоткой (рис. 4), где вторая обмотка добавляется для получения только 2р=6, а подключается в точках А, В, С.

2.2. Полюсно-переключаемые обмотки с отношением полюсов не равным 2/1

Такие обмотки являются более сложиыми. Для получения определенной схемы обмотки необходимо подбирать число и размер катушечных групп и располагать их по окружности статора. В связи с этим схемы становятся не только сложными, ио и громоздкими, не поддающимися никакой закономерности, а образующиеся полюса при этом зачастую получаются не симметричными и разными по величине.

Для разных серий электродвигателей существуют различные схемы. Так, для ранее выпускаемых электродвигателей серии А и А2 с отношением полюсов не равными 2/1 не применялись полюсно-переключаемые обмотки на две и более частоты вращения, а выполнялись для каждого числа оборотов самостоятельные (независимые) односкоростные обмотки. Для серии 4А многоскоростные электродвигатели с отношением полюсов ие равным 2/1 выполняются следующими обмотками: с тремя нулевыми точками, по схеме А. М. Харитонова и принципу амплитудно-фазной модуляции (см. А. Э. Кравчик. Асинхронные двигатели серии 4А. Справочник. «Энергоиздат», 1982, с. 484-497).

Новые обмотки в названном справочнике приведены в развернутом виде по пазам без указания числа катушечных групп и числа пазов на полюс и фазу. Такими схемами обмотчикам трудно пользоваться и на составление практических схем требуется много времени. Схемы дополнительно усложняются из-за переключения части КГ из одной фазы в другую.

Учитывая это, все схемы переработаны и приспособлены для практического пользования, с условными катушечными группами в виде только прямоугольников (□).

2.2.1. Полюсно-переключаемая обмотка по схеме А. М. Харитонова с числом полюсов 2р=6/4

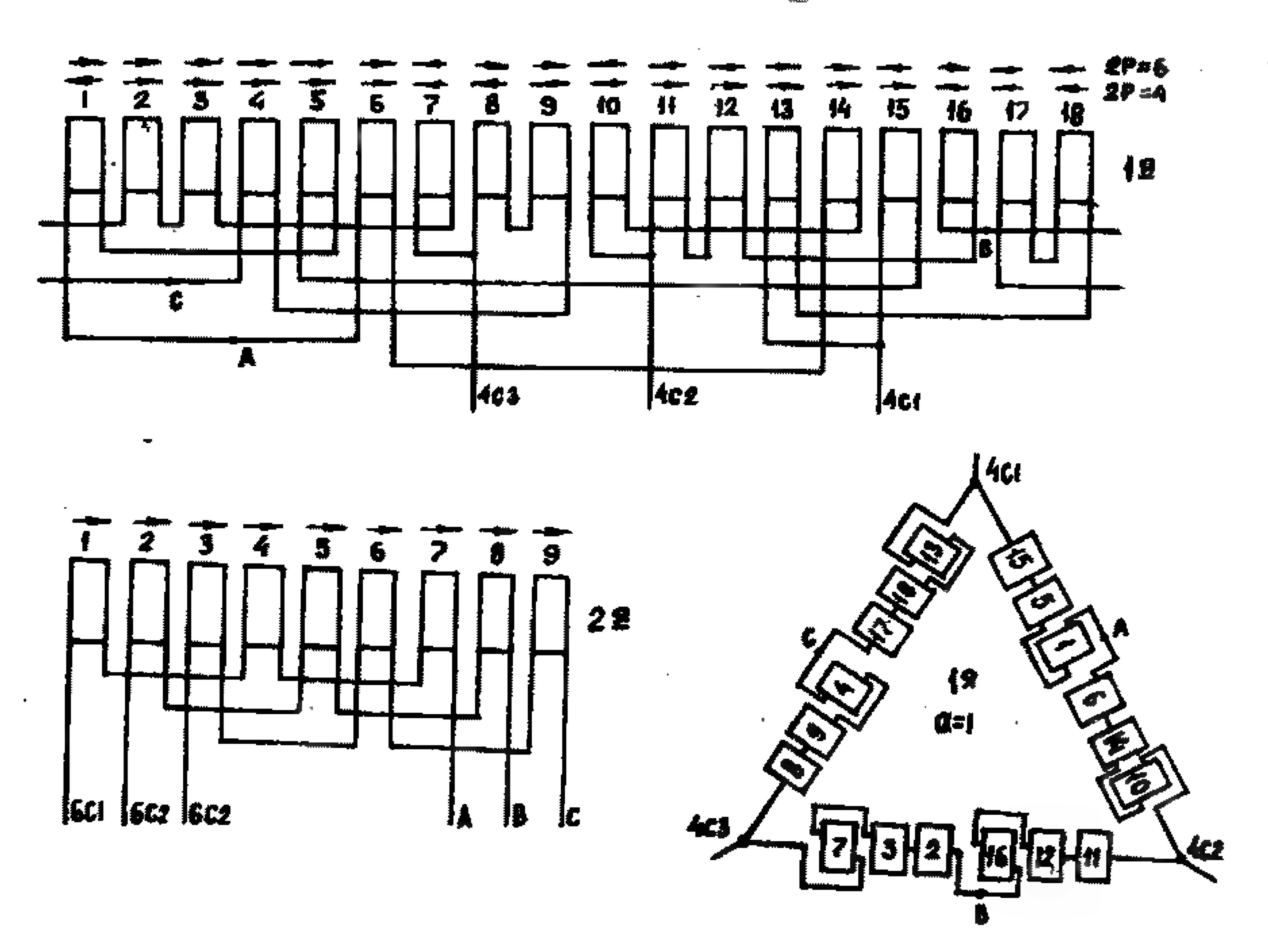
Обмотка выполняется на шесть выводов соединением двойная звезда-треугольник (*YY*/△) и состоит из двух частей. Первая основная двухслойная обмотка включается без дополнительной обмотки в треугольник (△), для меньшего числа полюсов — 2р=4.

Параметры обмотки в зависимости от числа пазов статора:

при Z=54, q=3, У=9(1-10), КГ=18

при Z=72, q=4, У=13(1-14), КГ=18.

Вторая дополнительная обмотка выполняется однослойной равносекционной или концентрической путем соединения звездой, подключается при работе электродвигателя на большем числе полюсов 2р=6 к основной обмотке



Р и с.4 Схема Харитонова двухобмоточной двухскоростной ППО 2р=6/4, *YY*/△, 1-я основная двухслойная равносекционная обмотка с условными КГ=18 и расположением их в фазах треугольника на 2р=4, △, при Z=54, q=3, У=9(1—10) при Z=72, q=4, У=13(1—14). 2-я дополнительная однослойная равносекционная обмотка при Z=54, q=4, У=9(1—10), при Z=72, q=4, У=12(1—13), подключается только для 2р=6, *Y*, в точках А, В, С, *YY*+*Y*.

в точках А, В, С, переключениой из треугольника в двойную звезду. Дополнительная обмотка изолироваиа от основной и может быть выполиена по параметрам в зависимости от числа полюсов:

для Z=54, q=3, У=9(1-10), КГ=9;

для Z=72, q=4, У=12(1-13), КГ=9.

При включеиии обмотки на 2р=6 вывода иа 2р=4 замыкаются, при этом в ППО образуются две звезды (две параллельные ветви) для осиовной обмотки. Дополнительная обмотка, подключаемая к осиовной в точках А, В, С, имеет последовательиое соединение. Такая обмотка применяется в двухскоростных электродвигателях 4А180М и 4А200М с числом полюсов 2р=6/4 для числа пазов Z=54 и Z=72 (см. рис. 4).

2.2.2. Полюсно-переключаемые обмотки с тремя нулевыми точками

Эти обмотки выполняются на шесть выводов соединеиием тройиая звезда-тройная звезда (*YYY/YYY*).

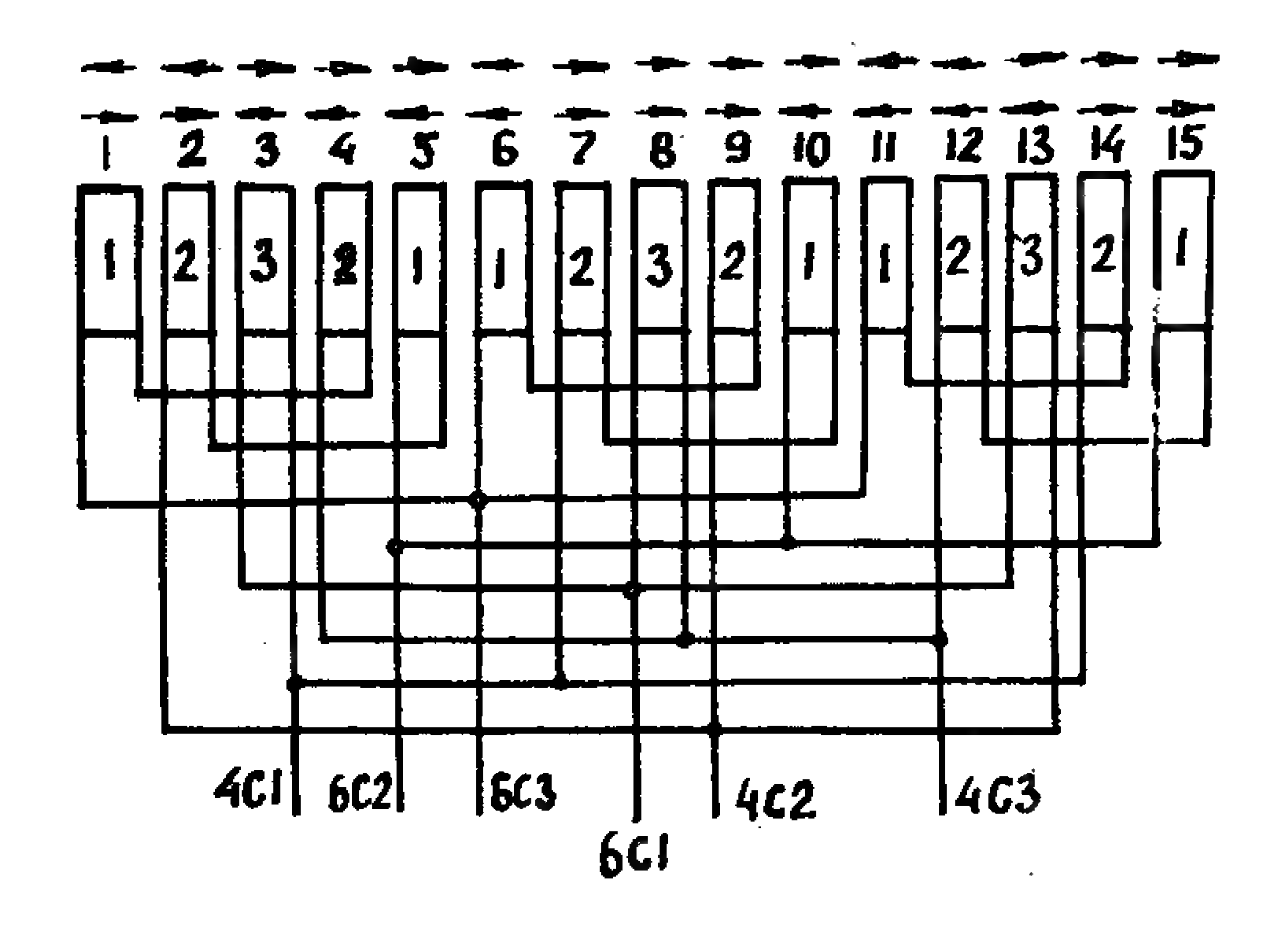
На рис. 5 приведена двухскоростиая ППО с тремя нулевыми точками, соединением *YYY/YYY*, 2р=6/4, выполненная равиосекционной полутороройиой обмоткой, q=1,2,3, Z=36, с диаметральным шагом У=6(1-7), при 2р=6. Общее количество катушечных групп — 15, из них 6 — единиц с половинными секциями, 6 — двоек, с одиой полной и одной половинной секцией, из них 4-я, 9-я и 14-я катушечные группы с полной иаружной секцией, а 2-я, с половииой наружной секцией; 3-тройки с полиой секцией в середине и двумя половинными (внешняя и внутреиняя), с чередоваиием КГ — 1, 2, 3, 2, 1, 1, 2, 3, 2, 1, 1, 2, 3, 2, 1.

Все катушечные группы укладываются в пазы статора, начиная с половиниых секций, кроме двоек 4-й, 9-й и 14-й.

Эта обмотка применяется для электродвигателей серии 4А112 и 132 S и М.

На рис. 6 показаиа двухскоростная ППО с тремя нулевыми точками 2р=8/6, соедииением *YYY/YYY*. Обмотка однослойная равносекциоиная — «вразвалку».

q=2=1+1, У=5(1-6), КГ=18, применяется для электродвигателей 4А100 SиL.



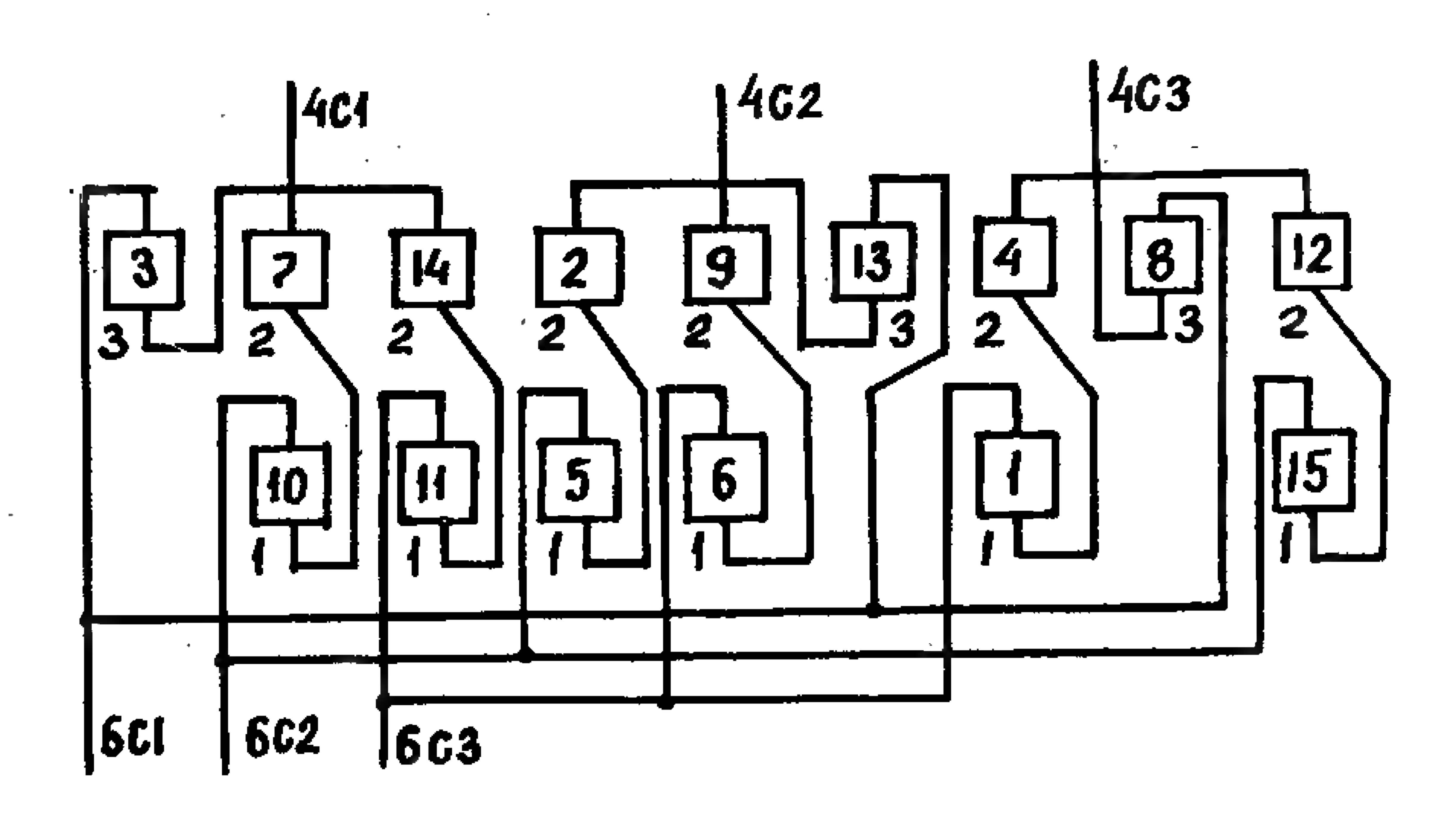
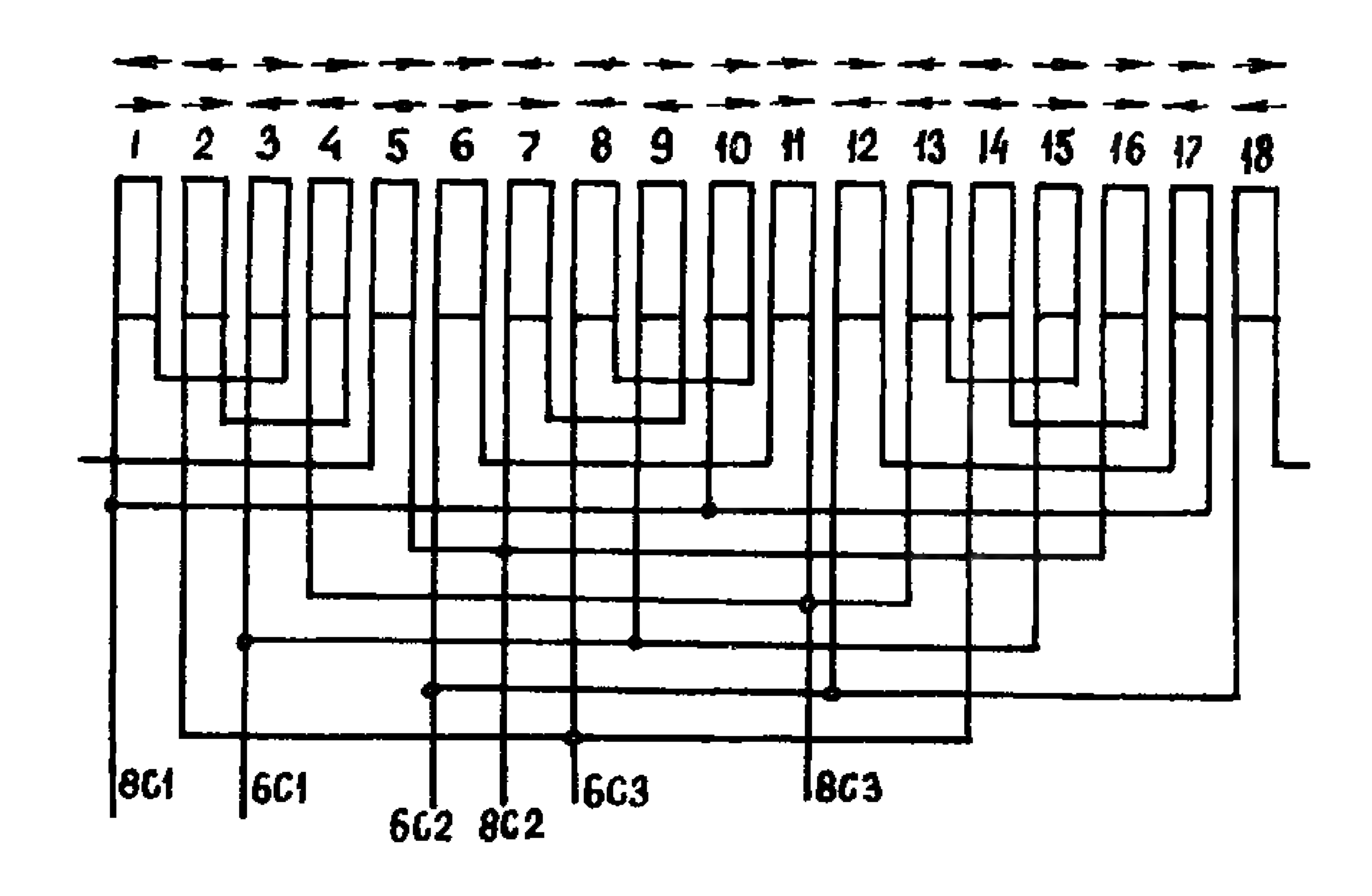


Рис.5. Схема с тремя нулевыми точками двухскоростной полутораслойной равносекционной ППО с условными КГ = 15 и расположением их в фазах тройной звезды, $2p = {}^6/_4$, *YYY/YYY*, Z = 36, q = 1,2,3, У = 6(1—7).



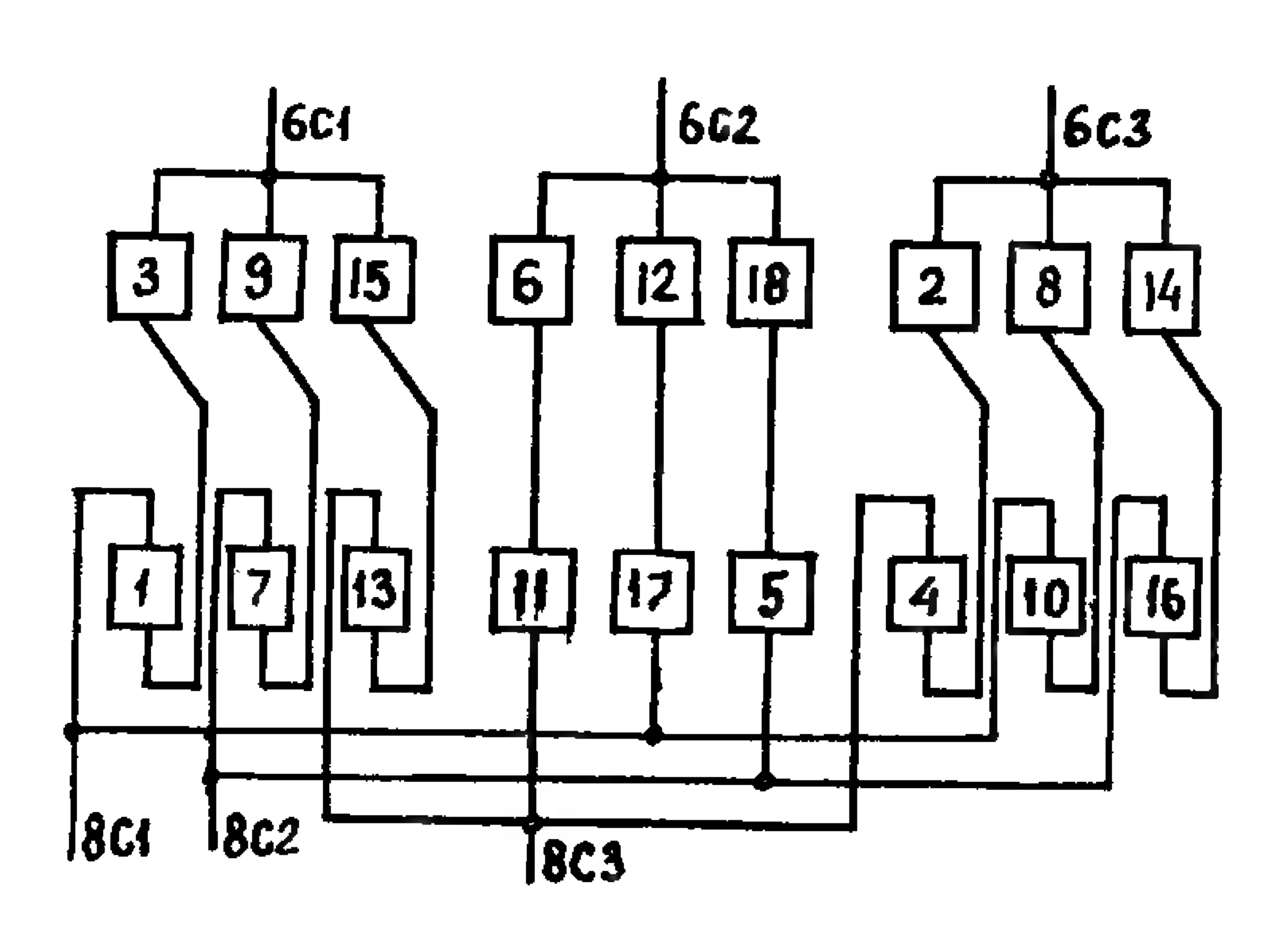
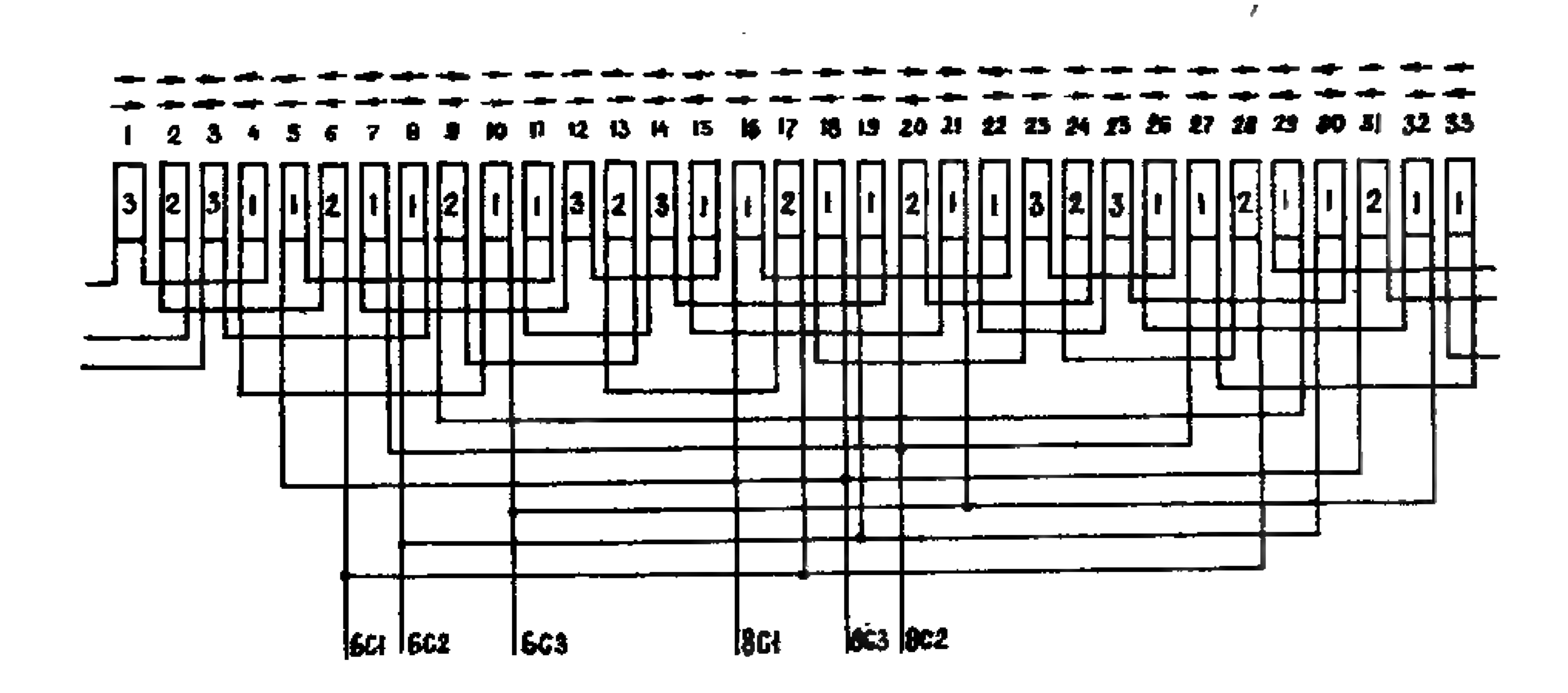


Рис.6. Схема с тремя нулевыми точками двухскоростной однослойной равносекционной вразвалку ППО с условными КГ = 18 и расположением их в фазах тройной звезды, $2p = {}^{8}/_{6}$, *YYY/YYY*, $Z = 36$, $q = 1 + 1$, $У = 5(1-6)$.

На рис. 7 дана двухскоростная ППОс тремя нулевыми точками 2р = 8/6, соединением *YYY/YYY*, Z = 54, q = 1,2,3, У = 7(1-8), КГ = 33, из них 18 — единиц, 9 двоек и 6 троек с чередованием КГ — 3, 2, 3, 1, 1, 2, 1, 1, 2, 1, 1, 3, 2, 3, 1, 1, 2, 1, 1, 2, 1, 1, 3, 2, 3, 1, 1, 2, 1, 1, 2, 1, 1. Обмотка применяется для серии 4А с высотой оси элекродвигателей 160.



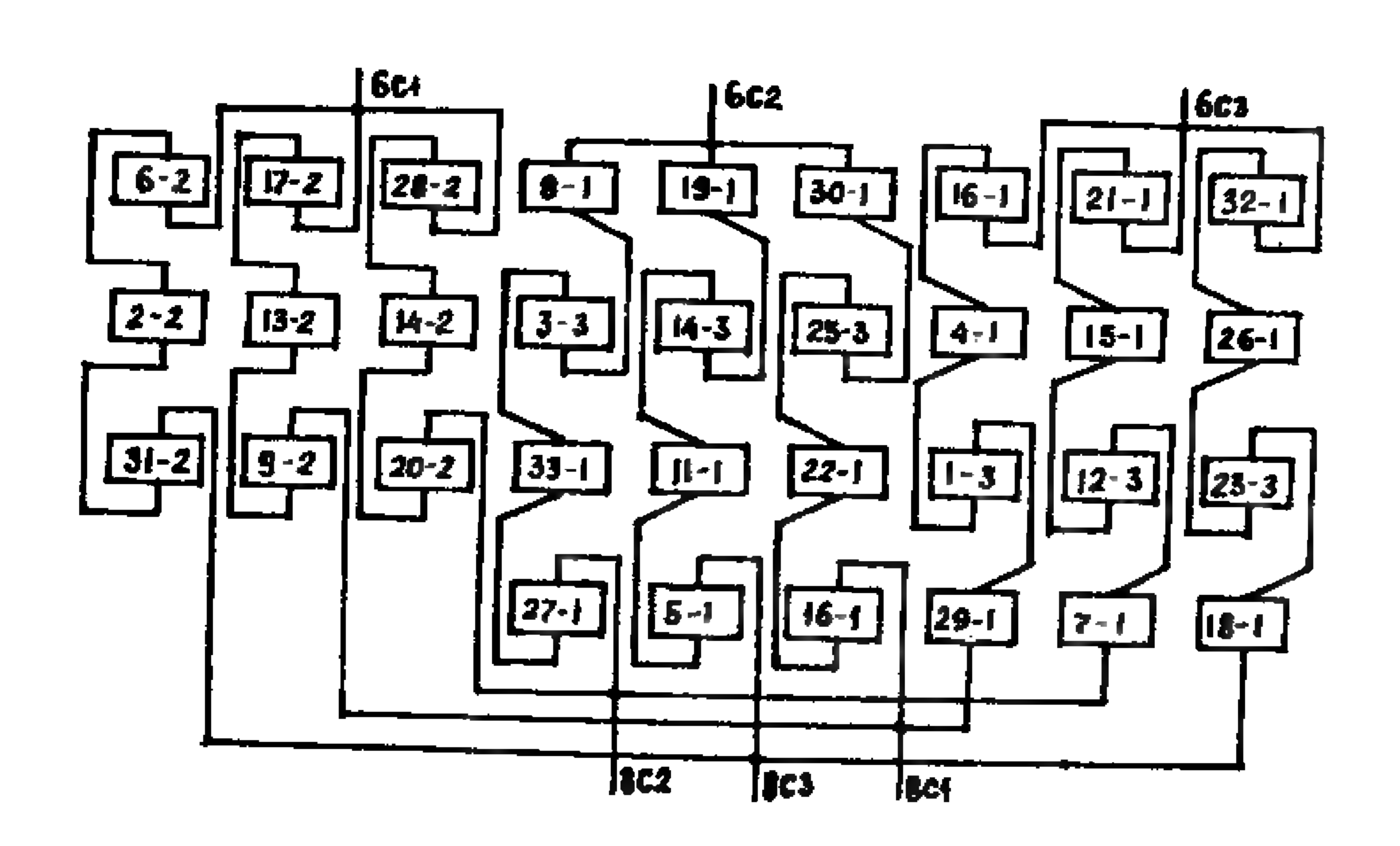


Рис.7. Схема с тремя нулевыми точками двухскоростной двухслойной равносекционной ППО с условными КГ = 33, и расположением их в фазах тройной звезды 2р = $^8/_6$, *YYY/YYY*, Z = 54, q = 1,2,3, У = 7(1—8).

2.2.3. Полюсно-переключаемые обмотки по принципу амплитудно-фазной модуляции 2р = 8/6

Модуляция — это изменение числа пар полюсов, но так как изменение происходит в фазах обмотки, то это будет фазной модуляцией. Иногда добавляется еще слово амплитуда, отсюда и иазвание обмотки с амплитудио-фазной модуляцией. Особенность этих обмоток состоит в том, что катушечные группы составляются с разным колличеством секций, что позволяет при дробном отношеиии полюсов образовать в обмотке необходимое число полюсов, а зачастую улучшить сииусоиду магнитного поля; за счет создания равномерности амплитуды.

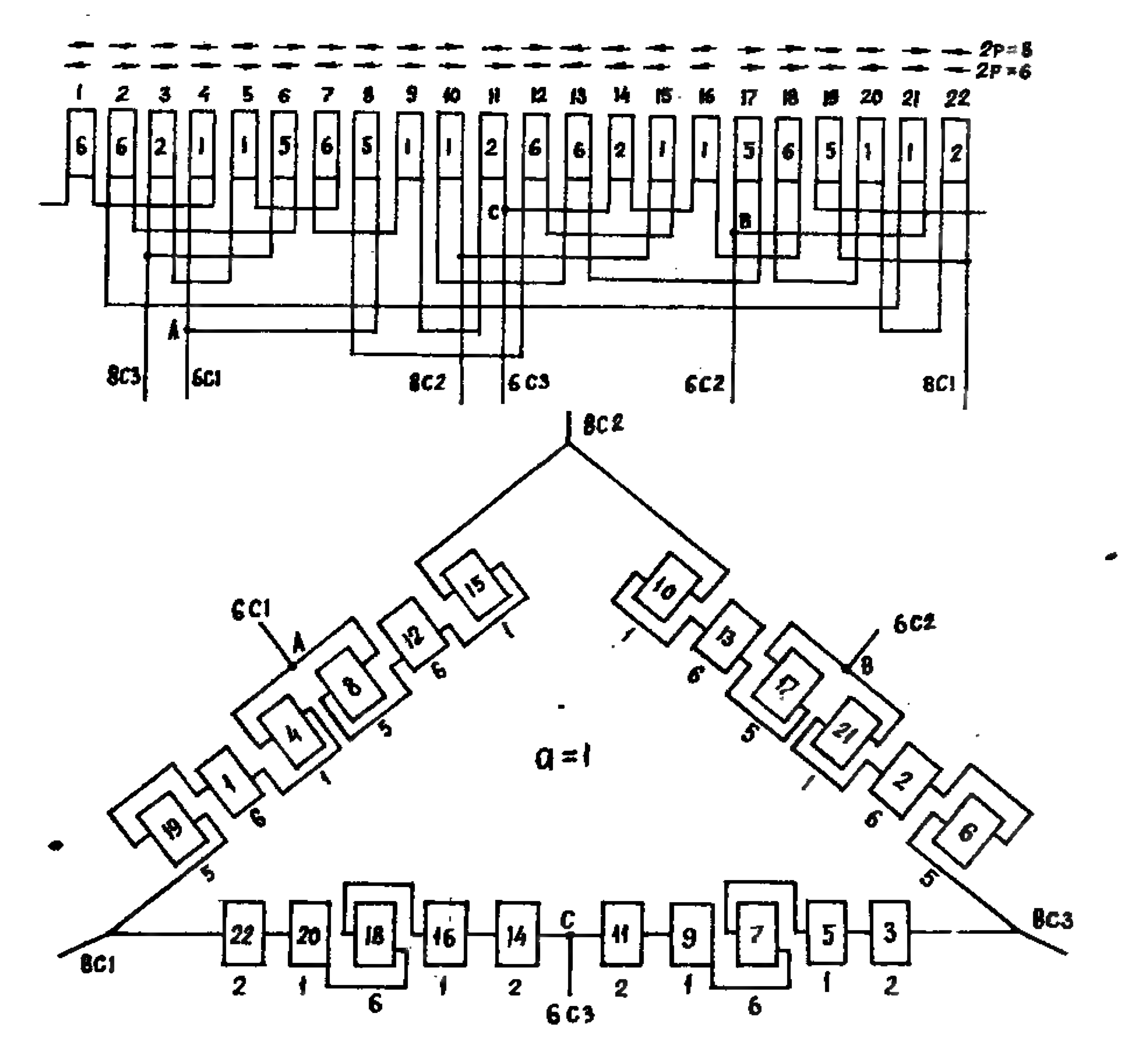


Рис.8. Схема амплитудно-фазной модуляцин двухскоростной двухслойной равносекционной ППО, с условными КГ = 22 и расположеннем нх в фазах треугольннка 2р = $^8/_6$, △/YY, Z = 72, q = 1,2,5,6, У = 9(1—10).

На рис. 8 приведена двухскоростная полюсно-переключаемая обмотка по принципу амплитудно-фазной модуляции с числом полюсов 2p=8/6, соединением обмотки треугольник-двойная звезда (△/*YY*), числом пазов в статоре Z=72, числом пазов на полюс и фазу — q=1,2,5,6, шагом обмотки У=9(1-10).

Общее количество катушечных групп — КГ=22, из них единиц — 8, двоек - 4, пятерок — 4 и шестерок — 6, с чередованием КГ — 6, 6, 2, 1, 1, 5, 6, 5, 1, 1, 2, 6, 6, 2, 1, 1, 5, 6, 5, 1, 1, 2.

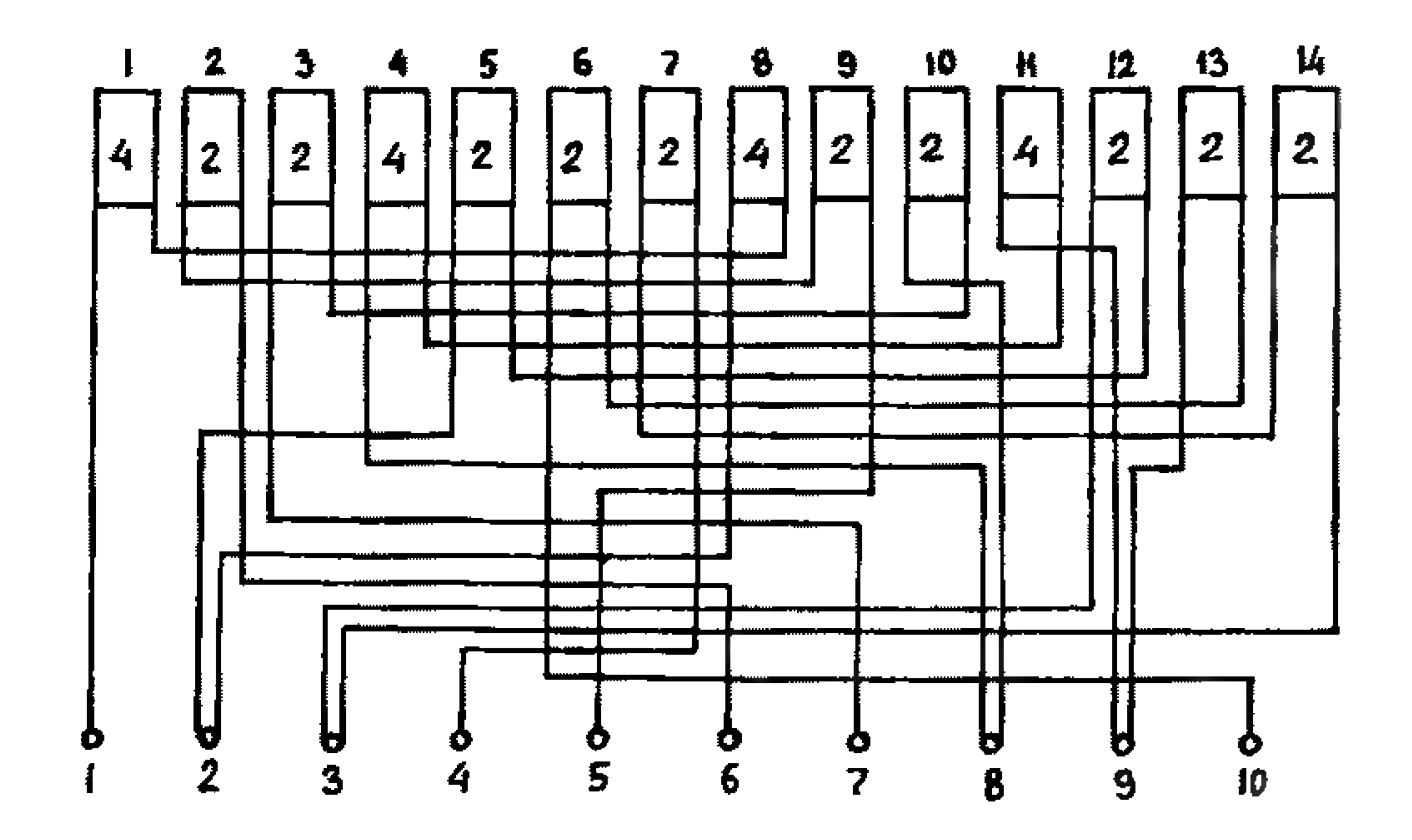
Полюсно-переключаемая обмотка при большем числе полюсов 2p=8 включается в треугольник (△), у которой каждая фаза состоит из двух частей, а места их соединения являются выводами для обмотки с меньшим числом полюсов 2p=6 (точки А, В, С). При подключении обмотки на меньшее число полюсов 2p=6 обмотка с большим числом полюсов 2p=8 замыкается, при этом образуется двойная звезда (*YY*). Обмотка применяется для электродвигателей 4А180М 8/6, 4А200М 8/6, 4А225М 8/6 и 4А250М 8/6.

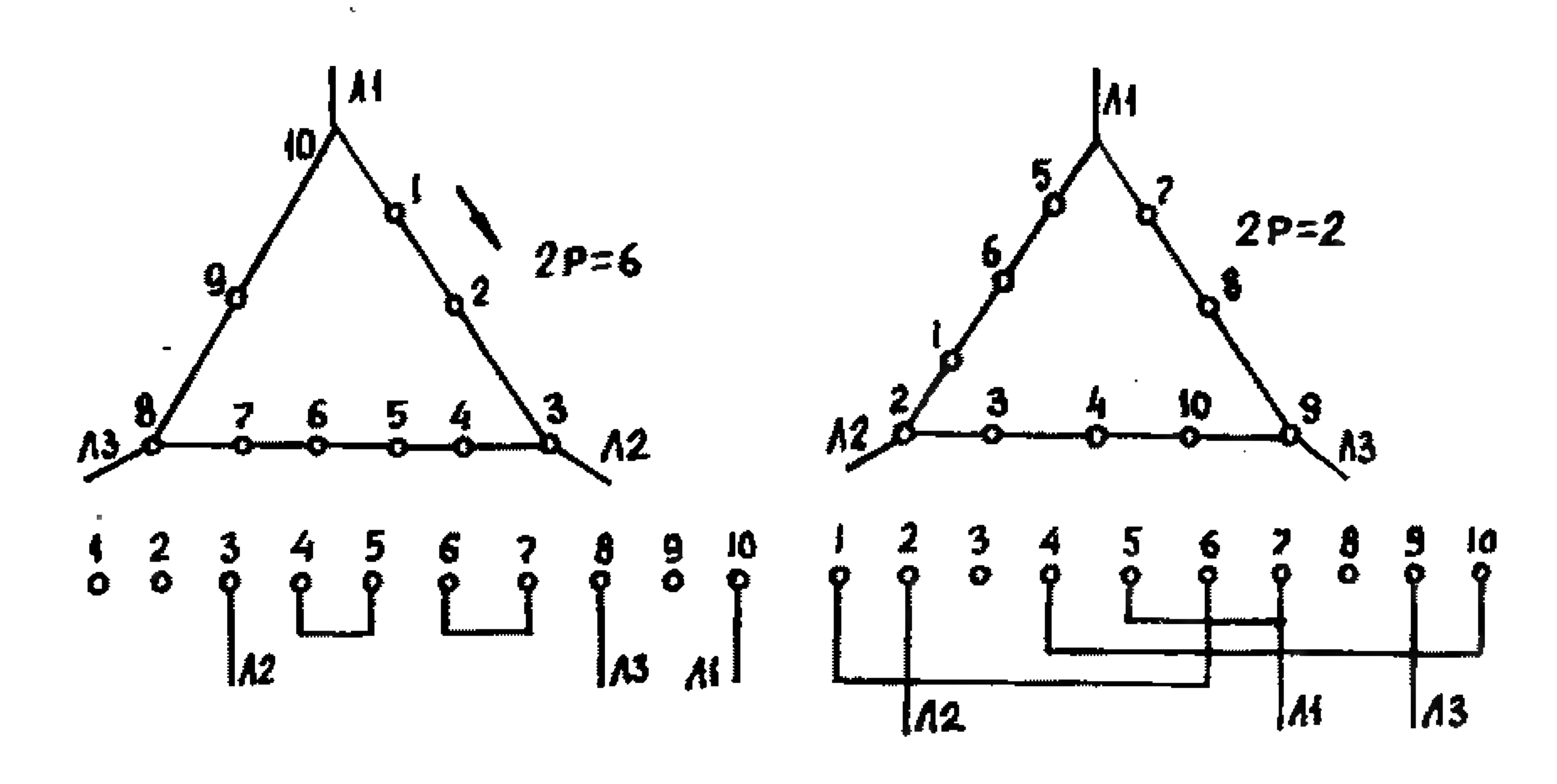
3.Различные ППО для многоскоростных электродвигателей

Указанные ниже схемы применяются для электродвигателей серии «Т», имеющие габариты 41, 42, 51, 52, Z=36. Они приведены в «Справочнике по обмоточным данным электрических машин и аппаратов (П. В. Тембель и Г. В. Геращенко), вышедшем в 1981 году в Киеве. Помимо схем с условными катушечными группами для некоторых сложных указана (для наглядности) и частичная укладка обмотки в пазы.

На рис. 9 приведена двухскоростная ППО с числом полюсов 2p=6/2 на 10 выводов соединением треугольник-треугольник (△/△). Обмотка выполнена двухслойной q=4 и 2, У=7(1-8), КГ=14, из них четверок — 4, двоек — 10, с чередованием КГ — 4, 2, 2, 4, 2, 2, 2, 4, 2, 2, 4, 2, 2, 2.

На рис. 10 дана двухскоростная ППО с числом полюсов 2p=6/4, на 14 выводов, соединением △/△. Обмотка выполнена однослойной концентрической q=2, $У_1$=7(1-8), $У_2$=5(2-7), КГ=9.





Р и с.9. Схема двухскоростной двухслойной равносекционной ППО, с условными КГ=14 и включение скоростей, 2р=6/2, △/⊿ Z=36, q=2,4, У=7(1—8).

На рис. 11 помещена двухскоростная двухслойная концентрическая ППО с раздвоенными КГ в одной плоскости (малые и большие части обмотки заходят друг за друга и занимают отдельные пазы), 2р=8/2.

Наружные КГ имеют q=3, $У_1$=1-15, $У_2$=2-14, $У_3$=3-13;

внутренние КГ имеют q=3, $У_4$=4-12, $У_5$=5-11, $У_6$==6-10 (укладывается первой), 6 — выводов, соединением *Y/YY*.

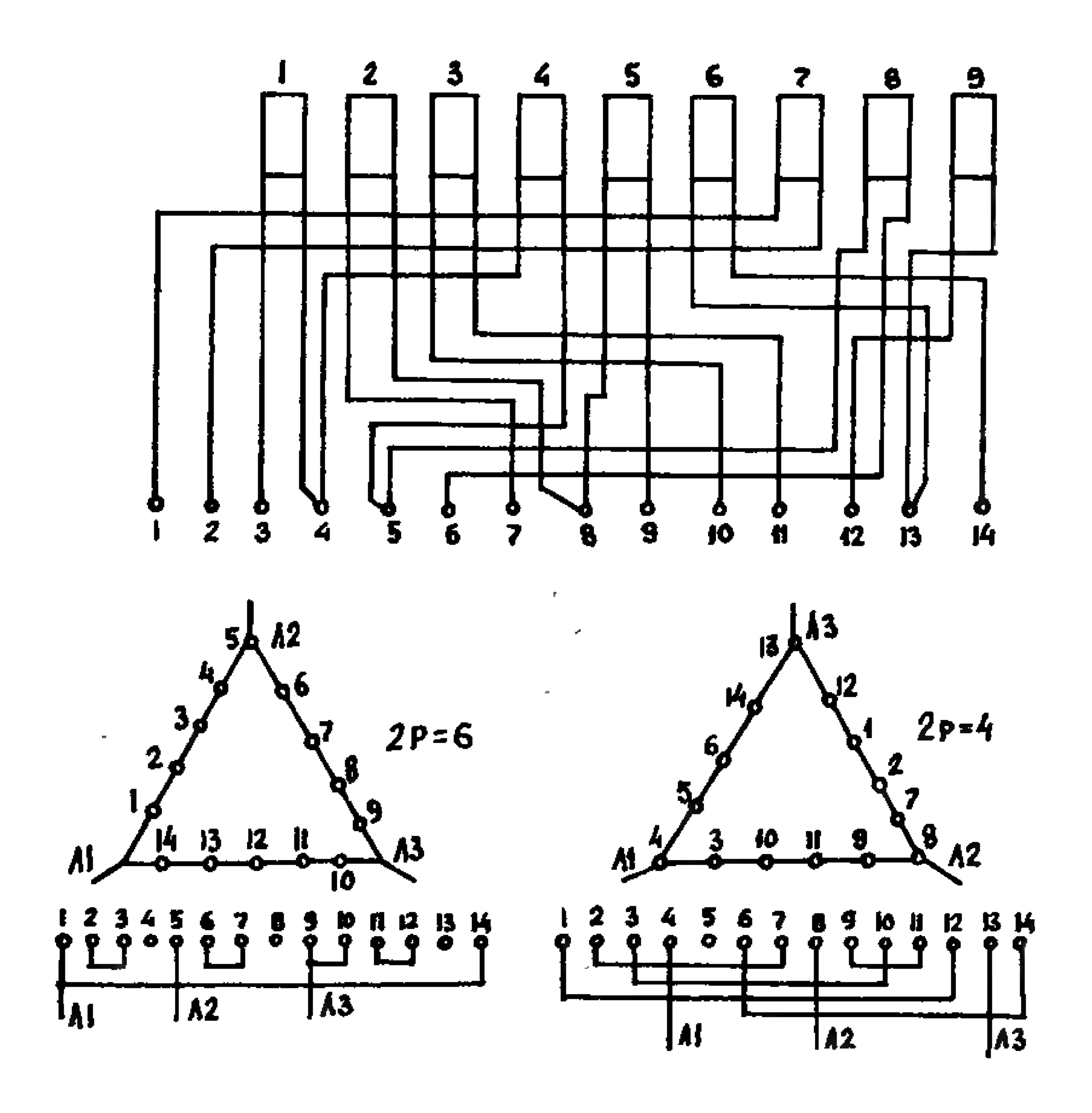


Рис.10. Схема двухскоростной однослойной равносекционной ППО с условными КГ = 9 и включение скоростей, 2р = $^{6}/_{4}$, △/△, Z = 36, q = 2, У = 6(1—7).

На рис. 12 показана двухскоростная двухслойная равносекциониая ППО q = 4 и 2, У = 5(1-6), КГ = 15, из них четверок-3, двоек — 12, чередоваиием КГ — 4, 2, 2, 2, 2, 4, 2, 2, 2, 2, 4, 2, 2, 2, 2. Число полюсов 2р = 8/6, выводов — 12, соединеиие — двойной треугольник-тройиой треугольник (△△/△△△).

На рис. 13 дана двухскоростная ППО 2р = 10/2, выводов — 12, соедииение — *Y/Y:*

Первая — однослойная равиосекциониая q = 1, У = 3(1-4), КГ = 18

Вторая — двухслойная равиосекциоииая q = 3, У = = 12(1-13), КГ = 12 (укладывается сверху).

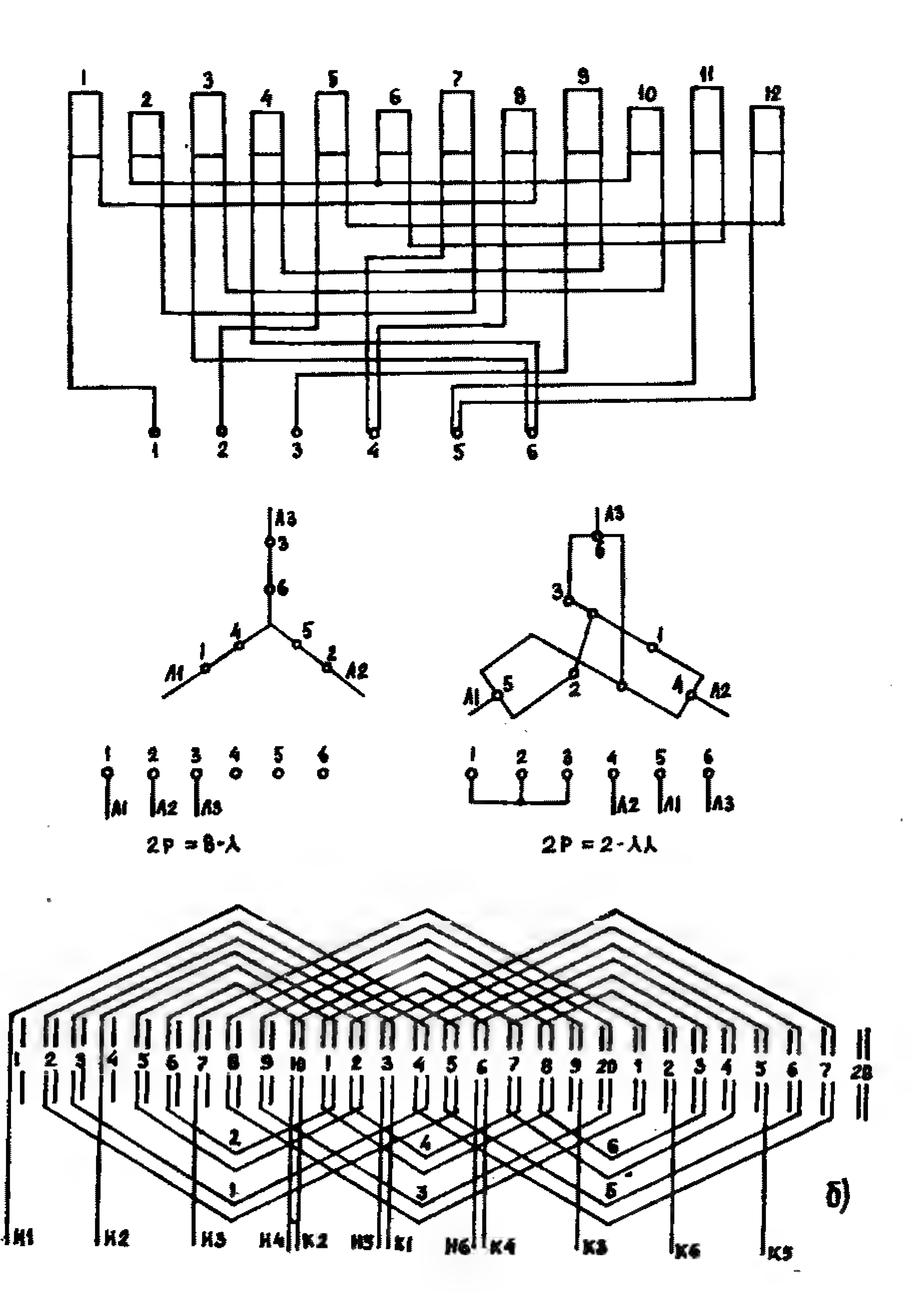


Рис.11. Схема двухскоростной двухслойной концентрической ППО с условными КГ = 6 + 6, включение скоростей и порядок укладки, $2p = {}^8/_2$, Y/YY, $Z = 36$, $q = 3$, $У_1 = 14(1—15)$, $У_2 = 12(2—14)$, $У_3 = 10(3—13)$, $У_4 = 8(4—12)$, $У_5 = 6(5—11)$, $У_6 = 4(6—10)$.

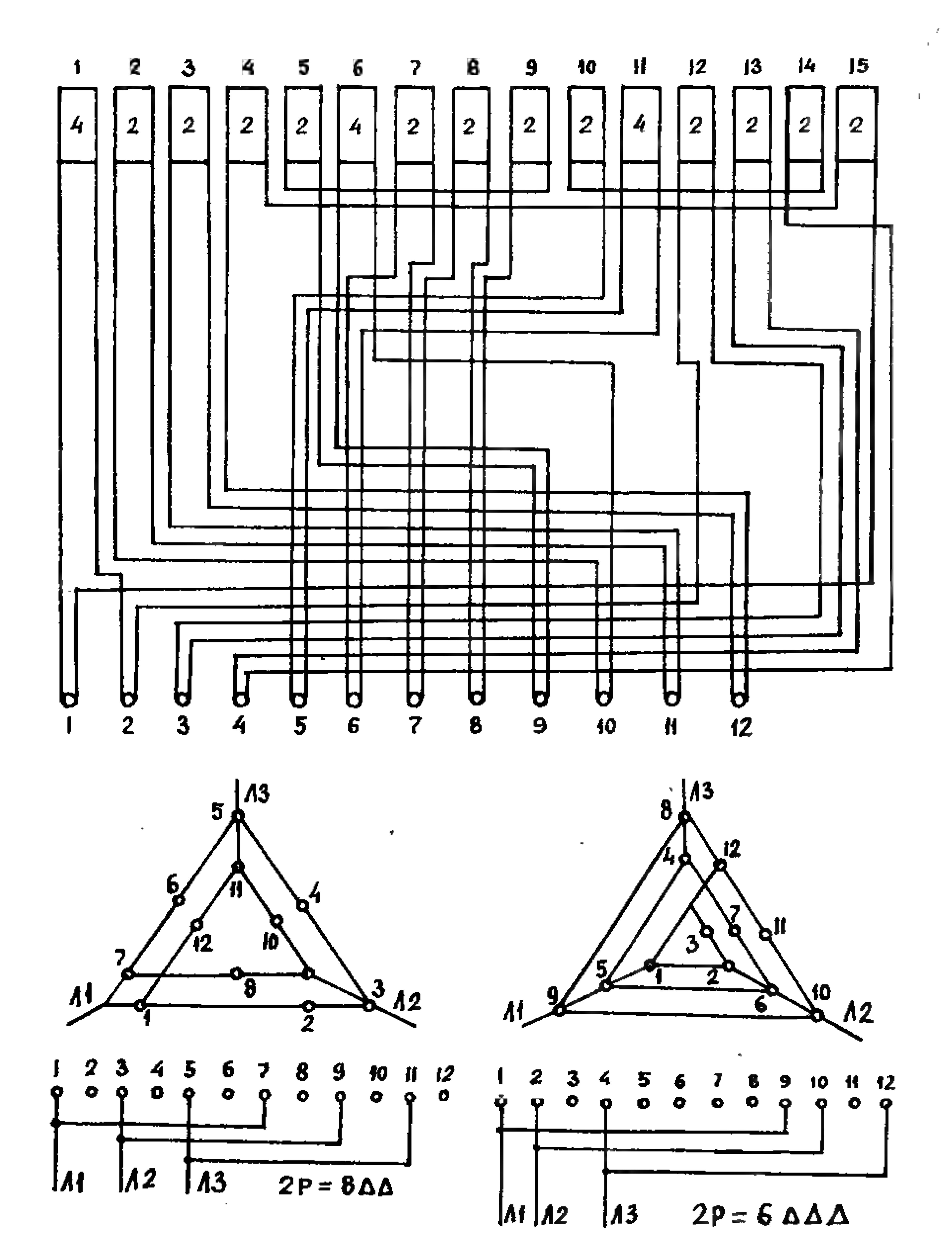


Рис.12. Схема двухскоростной двухслойной равносекционной ППО с условными КГ = 15 и включение скоростей, 2р = 8/6. ΔΔ/ΔΔΔ, Z = 36, q = 2,4, У 5(1—6).

На рис. 14 помещена двухскоростная двухобмоточная ППО, 2р = 16/4, выводов — 9, соединение — *Y/YY*:

Первая — основная, полуторослойная равносекционная обмотка q = 2, У = 7(1-8), КГ = 12, укладка с первого паза. Каждая секция одной стороной занимает полный паз, а второй — полпаза;

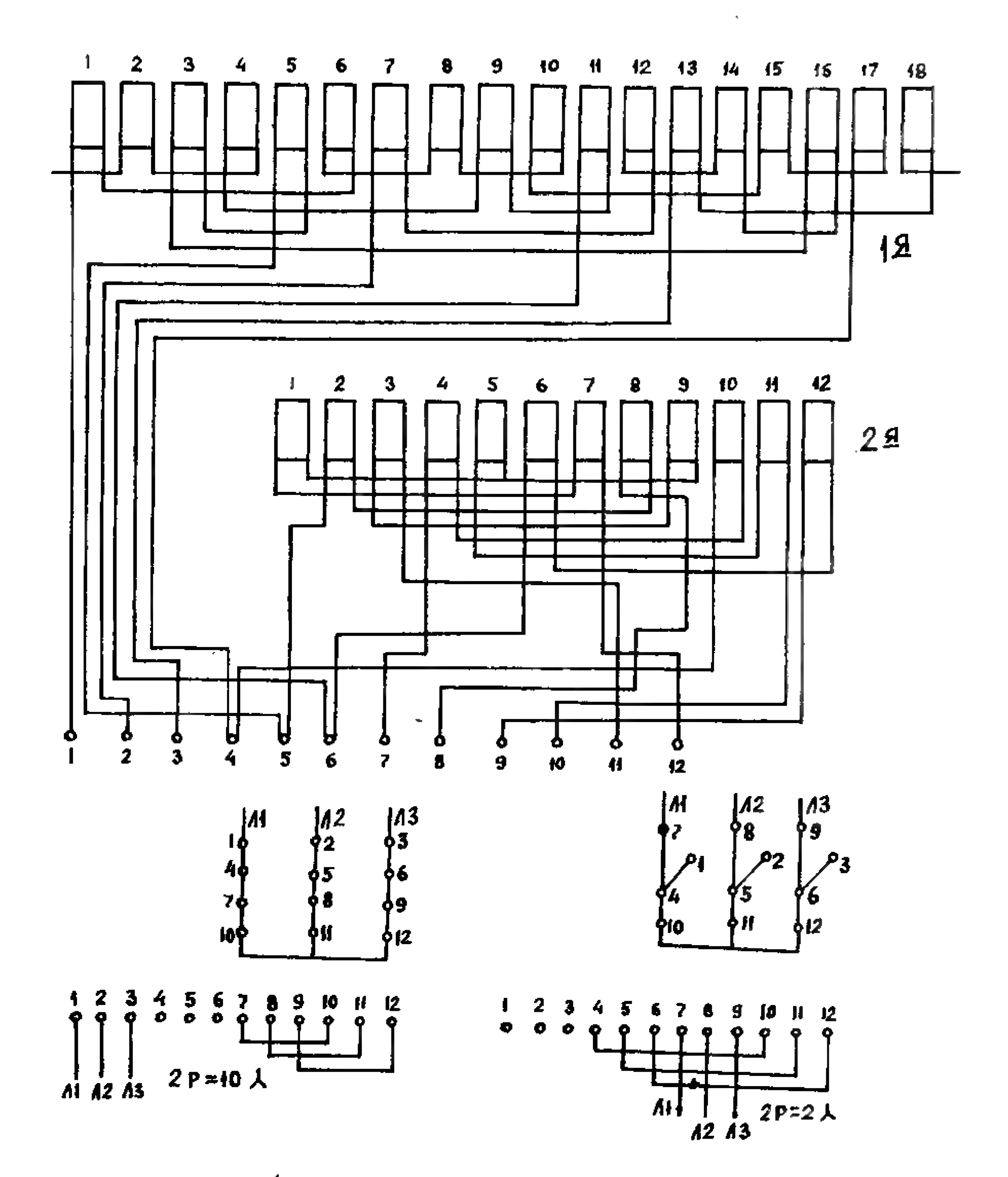


Рис.13. Схема двухобмоточной двухскоростной ППО с условными КГ и включение скоростей $2р = {}^{10}/_{2}$, Y/Y, $Z = 36$.

1-я однослойная равносекционная КГ = 18, q = 1, У = 3(1—4), (на дне паза).

2-я двухслойная равносекционная КГ — 12, q = 3, У = 12(1—13).

вторая — дополнительная однослойная омотка, КГ = 18, из которых КГ = 12 имеют q = 1, У = 2(1-3) с началом укладки — с первого паза и занимают пазы, в которых расположены секции с одной стороной от первой основной обмотки и КГ = 6, имеют q = 1, У = 3(1-4) с началом укладки с пятого паза, занимают пазы, в которых лежат две стороны секций от первой основной обмотки.

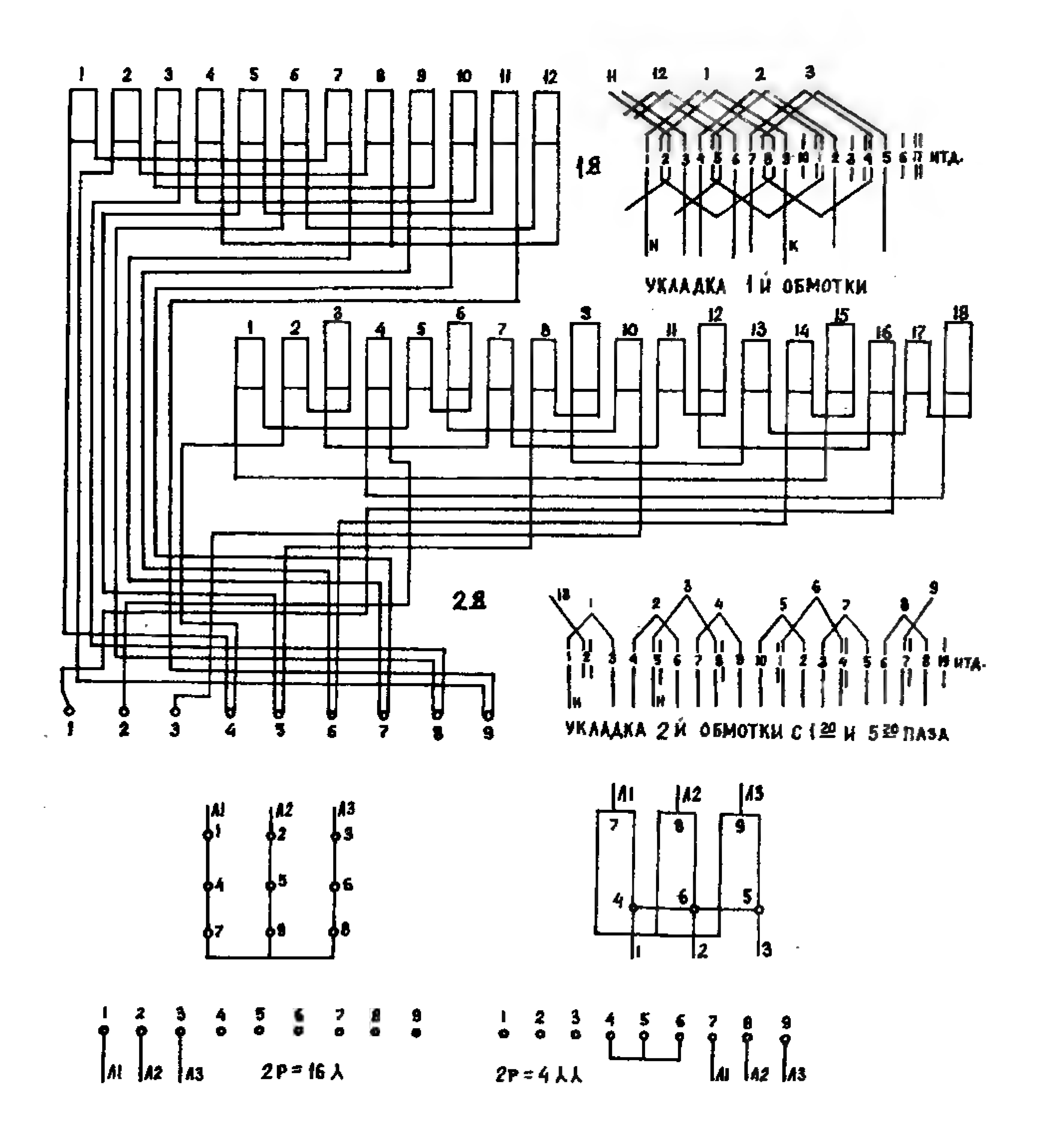


Рис.14. Схема двухобмоточной двухскоростной ППО, включение скоростей и укладка, $2р = {}^{16}/_{4}$, *Y/YY*, Z = 36.
1-я полудвухслойная, равносекционная, q = 2, У = 7(1—8), КГ = 12, (на дне паза).
2-я однослойная с малыми и большими секциями q = 1, КГ = 18 из них малых КГ = 12, У = 2(1—3) и больших КГ = 6, У = 3(1—4).

Секции второй дополнительной обмотки с разным шагом имеют разное чило витков и включаются между собой последовательно.

На рис. 15 показана трехскоростная двухобмоточная ППО, 2р=6/4/2 на 13 выводов, соединение — *YYY*/△*Y*/△*Y*:

первая — двухслойная равносекциоиная обмотка q=4, У=5(1-6);

вторая — однослойная равносекционная цепная обмотка q=2, У=11(1-12), КГ=3, занимает пазы 4, 6 и 15, 16; 16, 18 и 27, 29; 28, 30 и 3, 5.

На рис. 16 вы видите трехскоростную двухслойную концентрическую ППО с разделенными КГ в одной плоскости (входят друг в друга). Число полюсов 2р=8/4/2, выводов — 9, соединение — *YY*/△△/△△:

наружные КГ q=3, $У_1$=1-15, $У_2$=2-14, $У_3$=3-13;

внутренние КГ, q=3, $У_4$=4-12, $У_5$=5-11, $У_6$=6-10 (укладывается первой).

Выполнение обмотки идеитично (рис. 11).

На рис. 17 — трехскоростная двухслойная равиосекционная ППО с числом полюсов 2р=8/6/4, q=2 и 4, У=5(1-6), КГ=12, из них четверок — 6, двоек — 6, чередованием КГ — 4, 2, 2, 4, 4, 2, 2, 4, 4, 2, 2, 4, выводов — 18, соединение — △/△/*YY*.

На рис. 18 — трехскоростная, двухобмоточная ППО с числом полюсов 2р=10/6/4; первая — однослойная равносекционная обмотка q=1, У=5(1-6), КГ=18, укладывается первая, начиная с первого паза; вторая обмотка состоит из двух изолированных друг от друга; основной равносекционной обмотки q=2, У=10(1-11), КГ=6 укладывается второй (наружная) начиная со второго паза и дополнительной равносекционной обмотки q=1, У=5(1-6) КГ=6, укладывается внутри основной обмотки, начиная с пятого паза. Число проводников в секциях для обмоток «а» и «б» — одинаково. Обмотка имеет 16 выводов, соединение △/△/*YY*.

На рис. 19 показаиа трехскоростная двухслойная равносекционная ППО на 2р=12/8/4, соединение — *Y*/△/△ на 15 выводов, q=2, У=4(1-5), КГ=18.

На рис. 20 — четырехскоростная двухслойная равносекционная ППО с числом полюсов 2р=8/6/4/2, q=2 и 4, У=5(1-6), выводов — 21, соединение — △/△/*YY*/*YY*, КГ=12, из них четверок — 6, двоек — 6, с чередованием 4, 2, 2, 4, 4, 2, 2, 4, 4, 2, 2, 4.

На рис. 21 дана четырехскоросткая двухобмоточная ППО. Обе обмотки равносекционные. 2р=12/6/2; первая обмотка

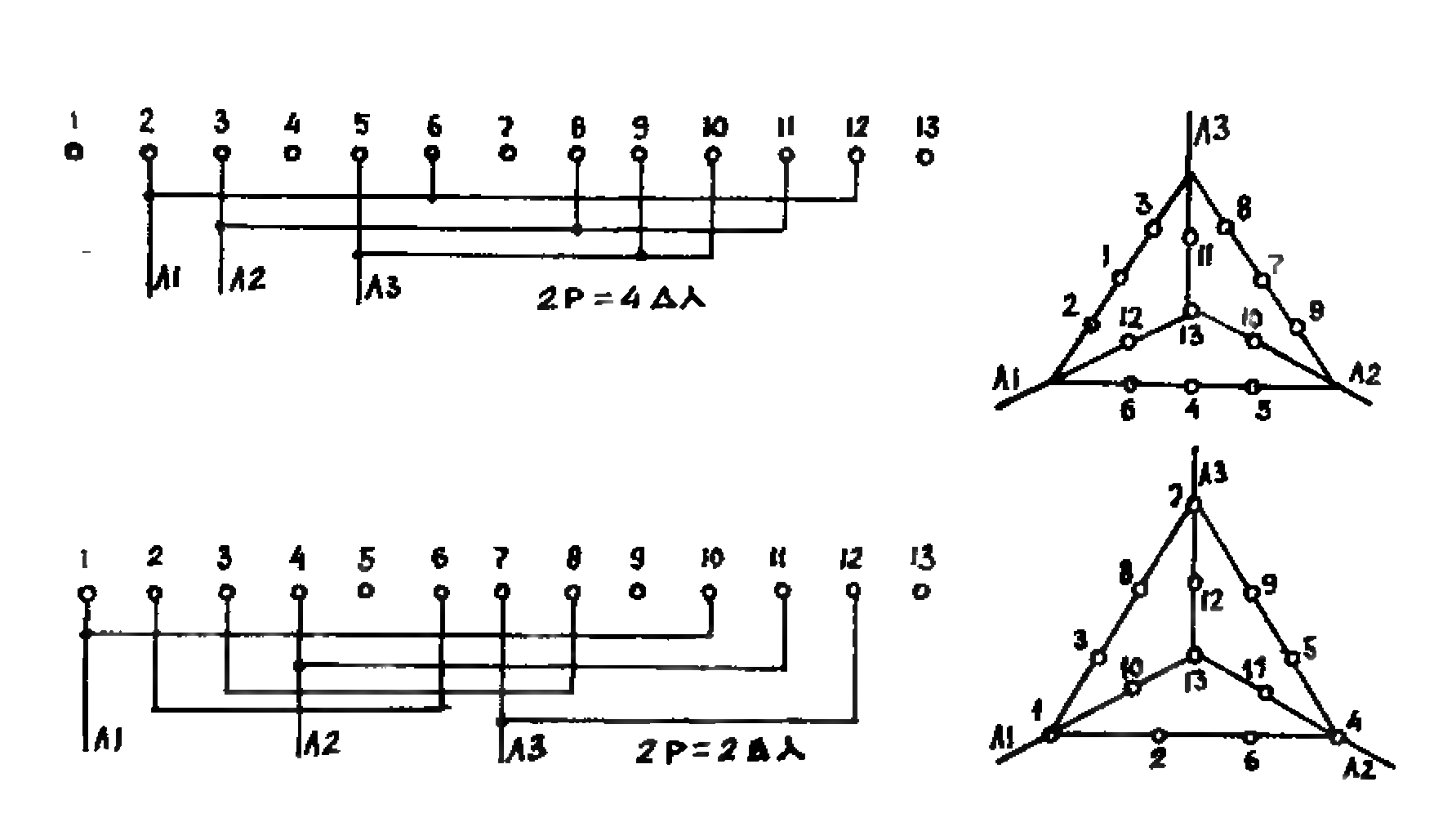


Рис.15. Схема двухобмоточной трехскоростной ППО $2p = 6/4/2$, YYY/ΔY/ΔY, Z — 36, с условными КГ, включение скоростей и укладка второй обмотки. 1-я двухслойная равносекциониая, КГ — 9, q — 4, У = 5(1—6), (на дие паза).
2-я цепная, q = 2, У = 11(1—12), (занимает только 12 пазов).

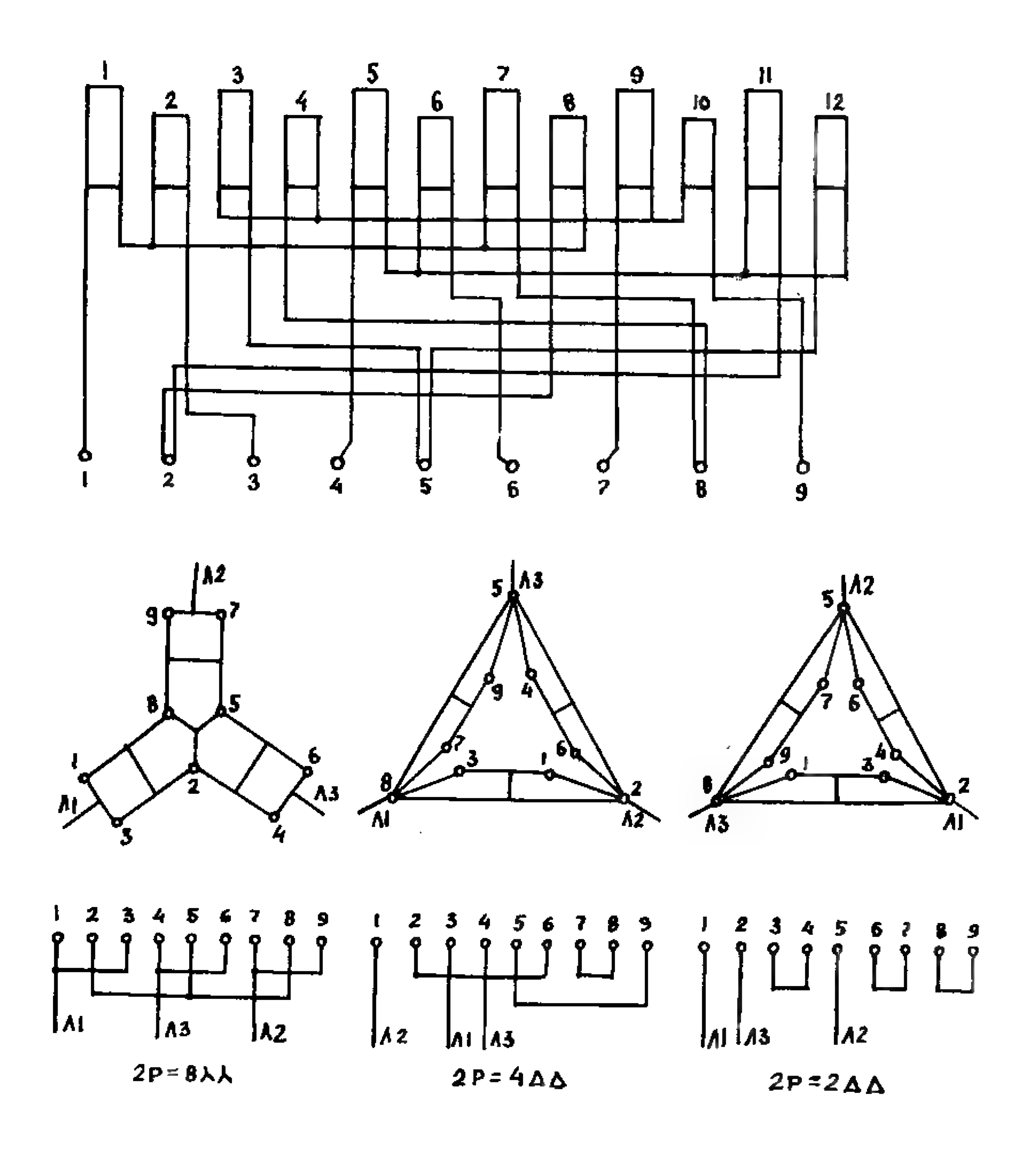


Рис.16. Схема трехскоростной двухслойной концентрической ППО, и включение скоростей $2р = 8/4/2$, $YY/\triangle\triangle/\triangle\triangle$, $Z = 36$ (укладка обмотки идентична рис.11).

$q = 2$, $У = 3(1\text{-}4)$, $КГ = 18$; вторая — $q = 6$, $У = 9(1\text{-}10)$, $КГ = 6$, выводов — 12, соединение — $\triangle/YY/\triangle/YY$.

На рис. 22 приведена четырехскоростная двухобмоточная ППО. Обе обмотки двухслойные равносекционные, $КГ = 18$, $2р = 12/9/6/4$, $q = 2$, $У = 4(1\text{-}5)$, выводов — 22, соединение $\triangle/\triangle/\triangle/\triangle$.

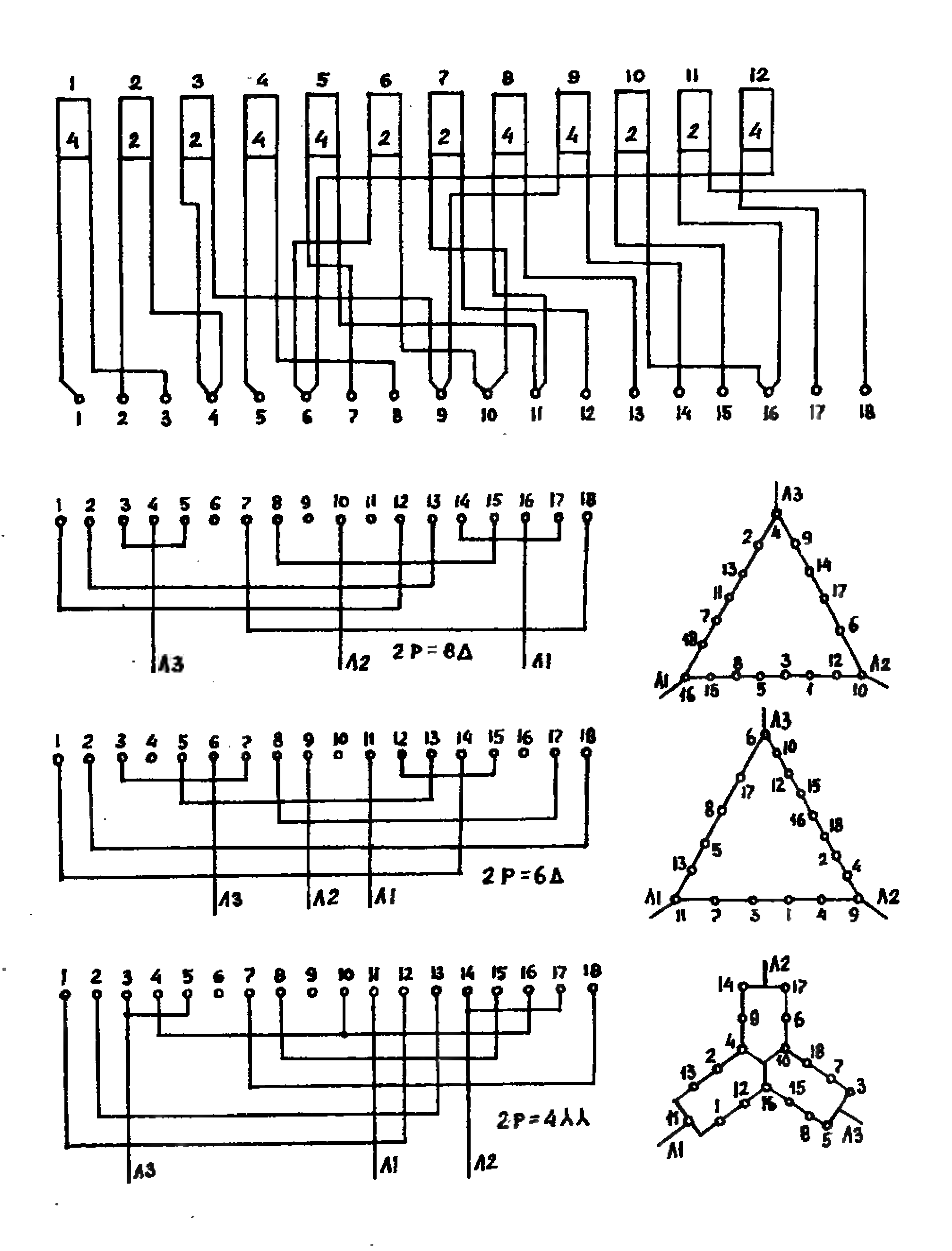


Рис.17. Схема двухобмоточной трехскоростной двухслойной равносекционной ППО и включение скоростей, $2p={}^{8}/_{6}/_{4}$, △/△/*YY*, Z = 36, q = 2,4, У = 5(1—6).

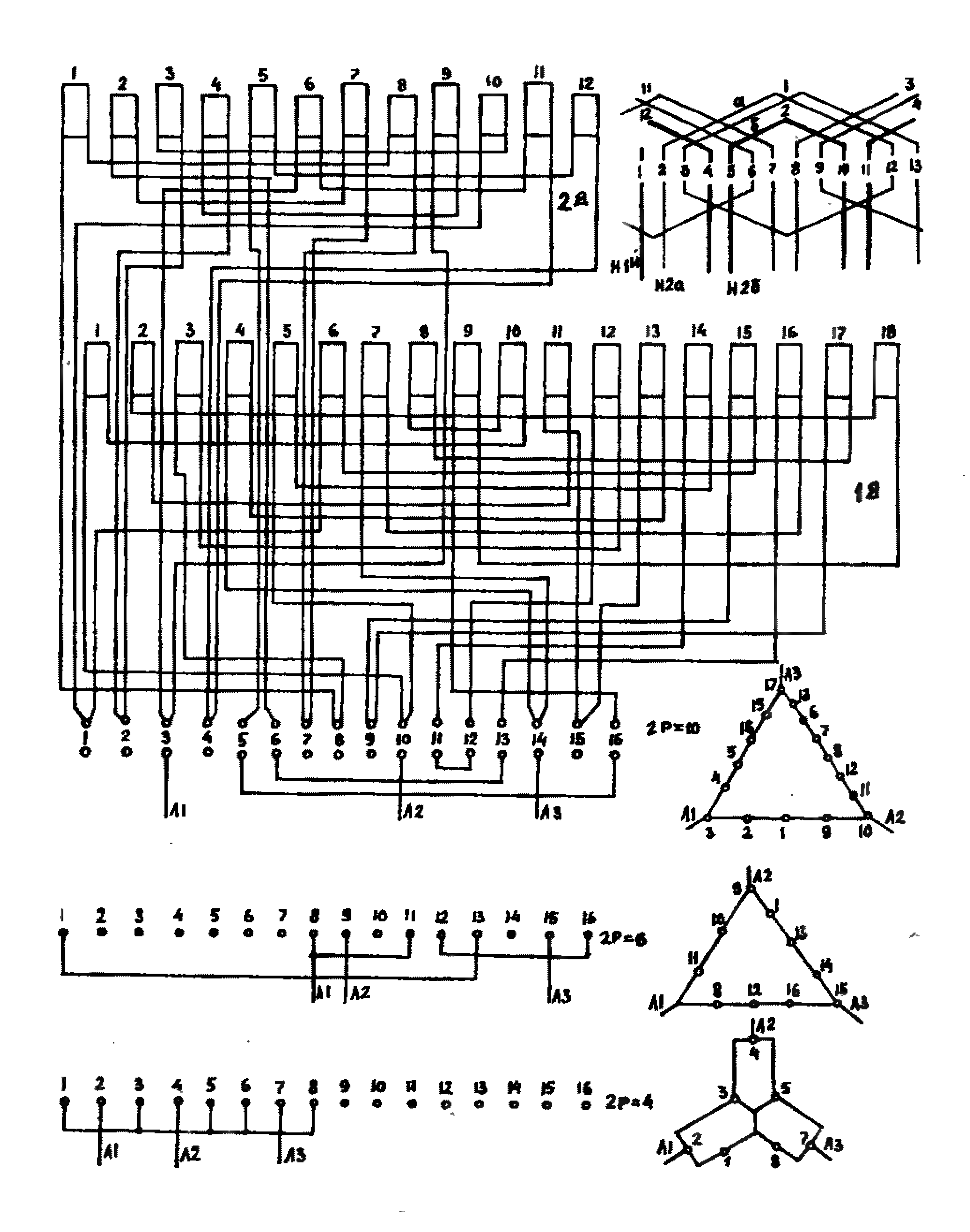


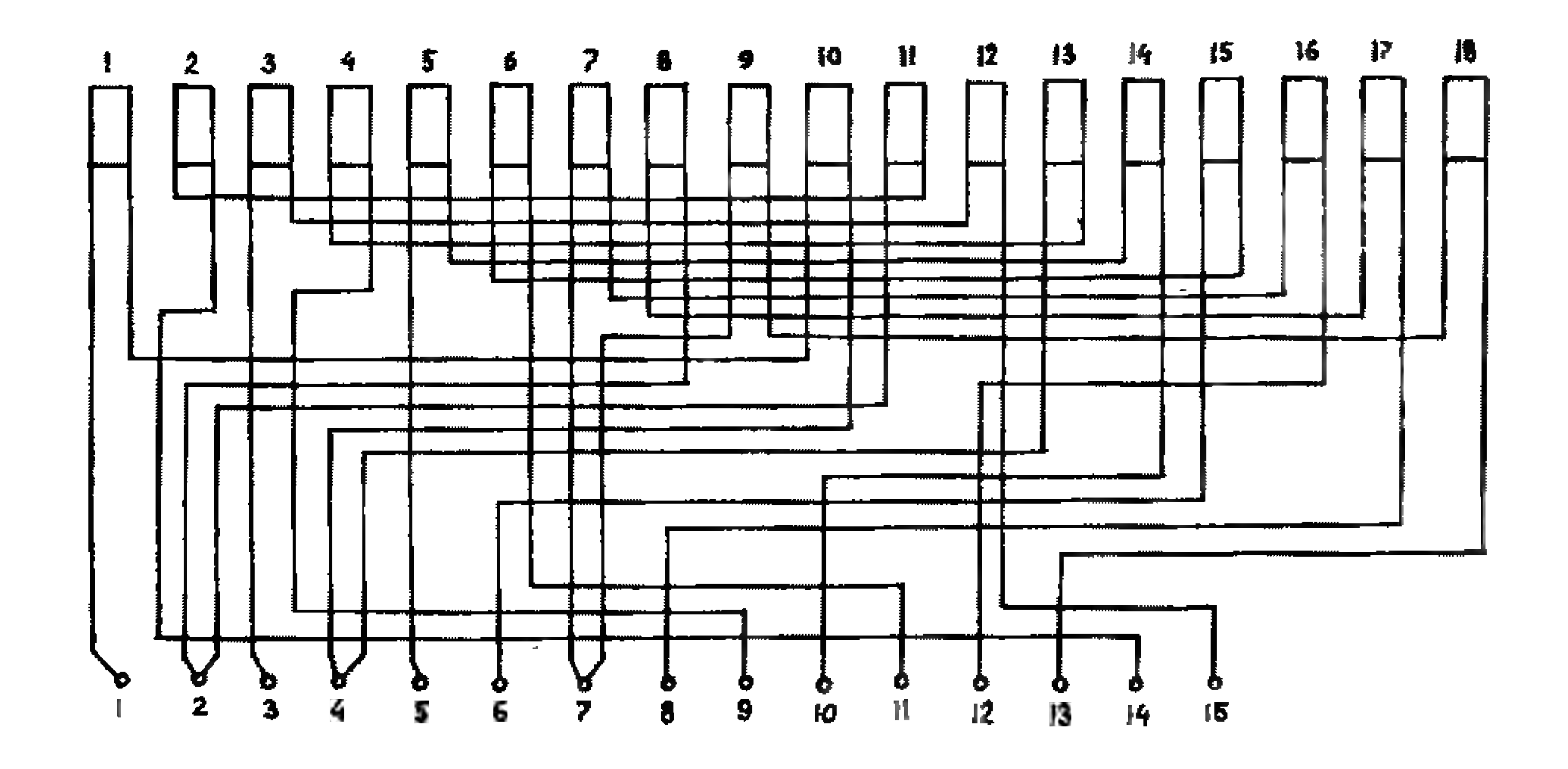
Рис.18. Схема двухобмоточной трехскоростной ППО, включение скоростей и укладка, $2p = {}^{10}/_{6}/_{4}$, $\triangle/\triangle/YY$, $Z = 36$

1-я — однослойная равносекционная $q = 1$, $У = 5(1—6)$

2-я — состоит из двух частей

а) основная однослойная равносекционная $q = 2$, $У = 10(1—11)$

б) дополнительная однослойная $q = 1$, $У = 5(1—6)$



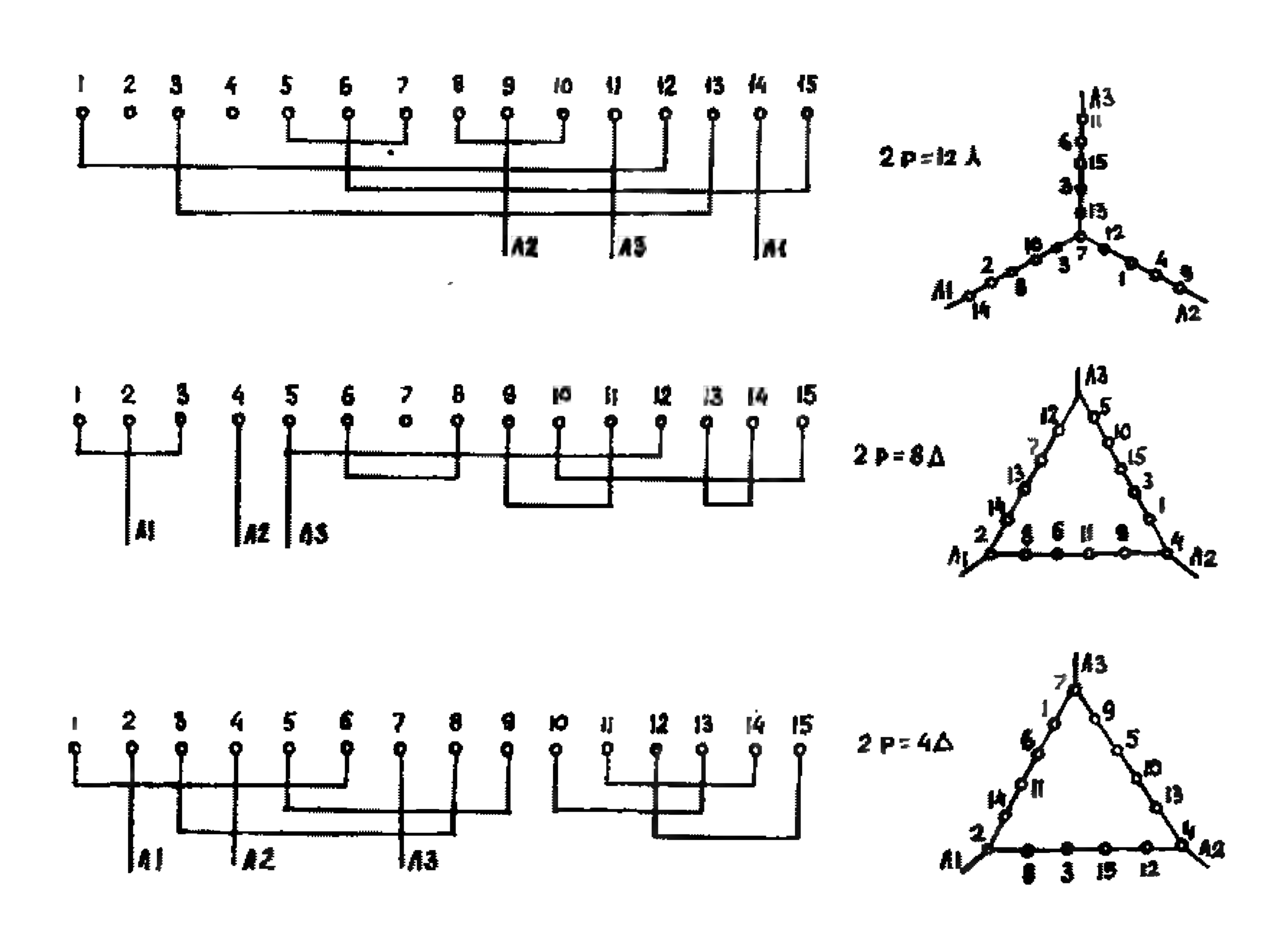
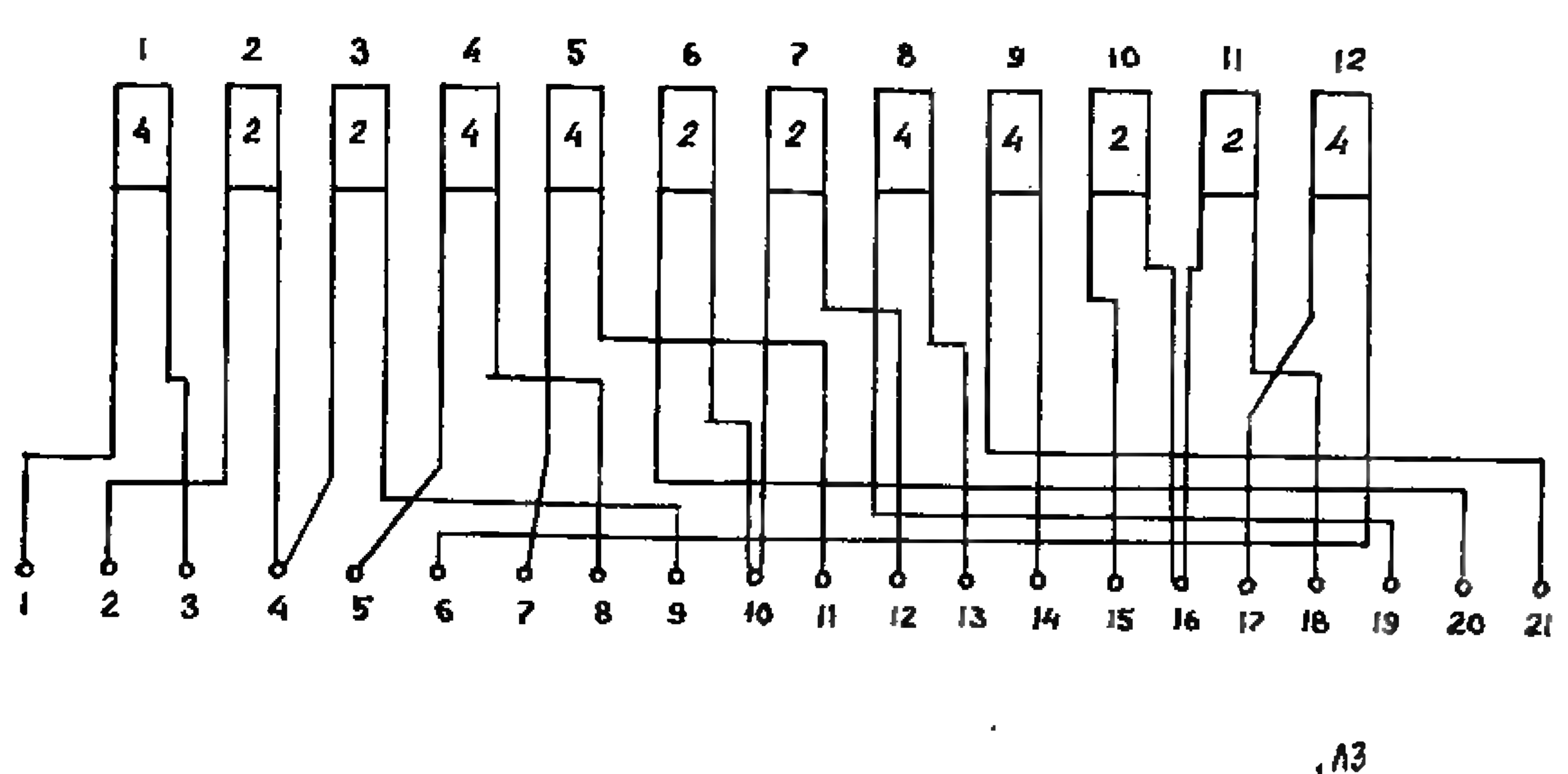


Рис.19. Схема трехскоростной двухслойной равносекционной ППО и включение скоростей, $2p = {}^{12}/_{8}/_{4}$, $Y/\Delta/\Lambda$, $Z = 36$, $q = 2$, $У = 4\,(1-5)$.



2P=8 Л1 Л2 Л3

2P=6 Л1 Л2 Л3

2P=4 Л1 Л2 Л3

2P=2 Л1 Л2 Л3

Рис.20. Схема четырехскоростной двухслойной равноекционной ПМО и включение скоростей, $2p - {}^{8}/{}_{6}/{}_{4}/{}_{2}$, $\triangle/\triangle/YY/YY$, $a = 2{,}4$, $У = 5(1-6)$.

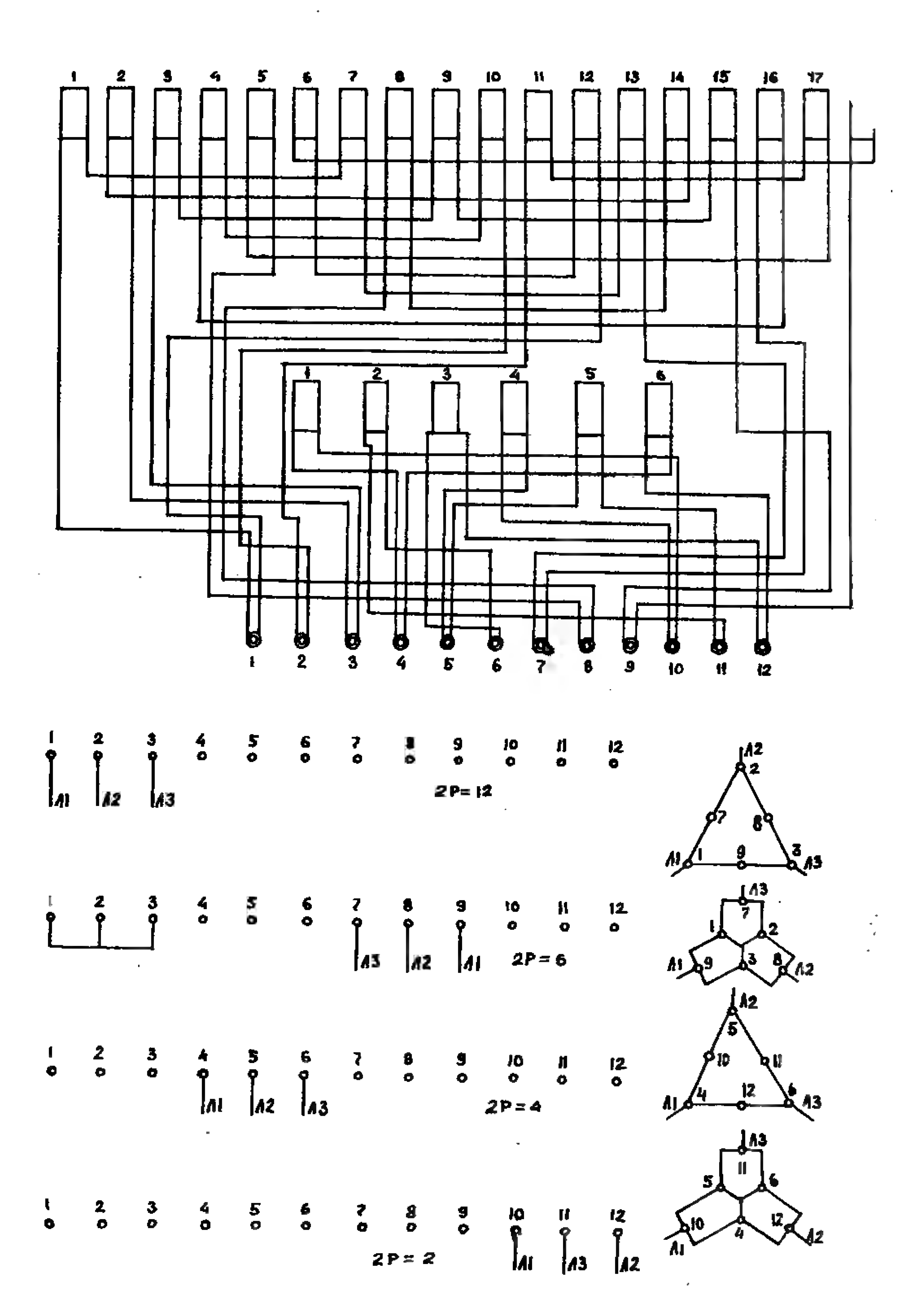


Рис.21. Схема двухобмоточной, двухслойной равносекционной ППО и включение скоростей $2p = {}^{12}/_{6}/_{4}/_{2}$, △/*YY*/△/*YY*, Z = 36 1-я — q = 2, У = 3(1—4), 2-я — q = 6, У = 9) 1—10)

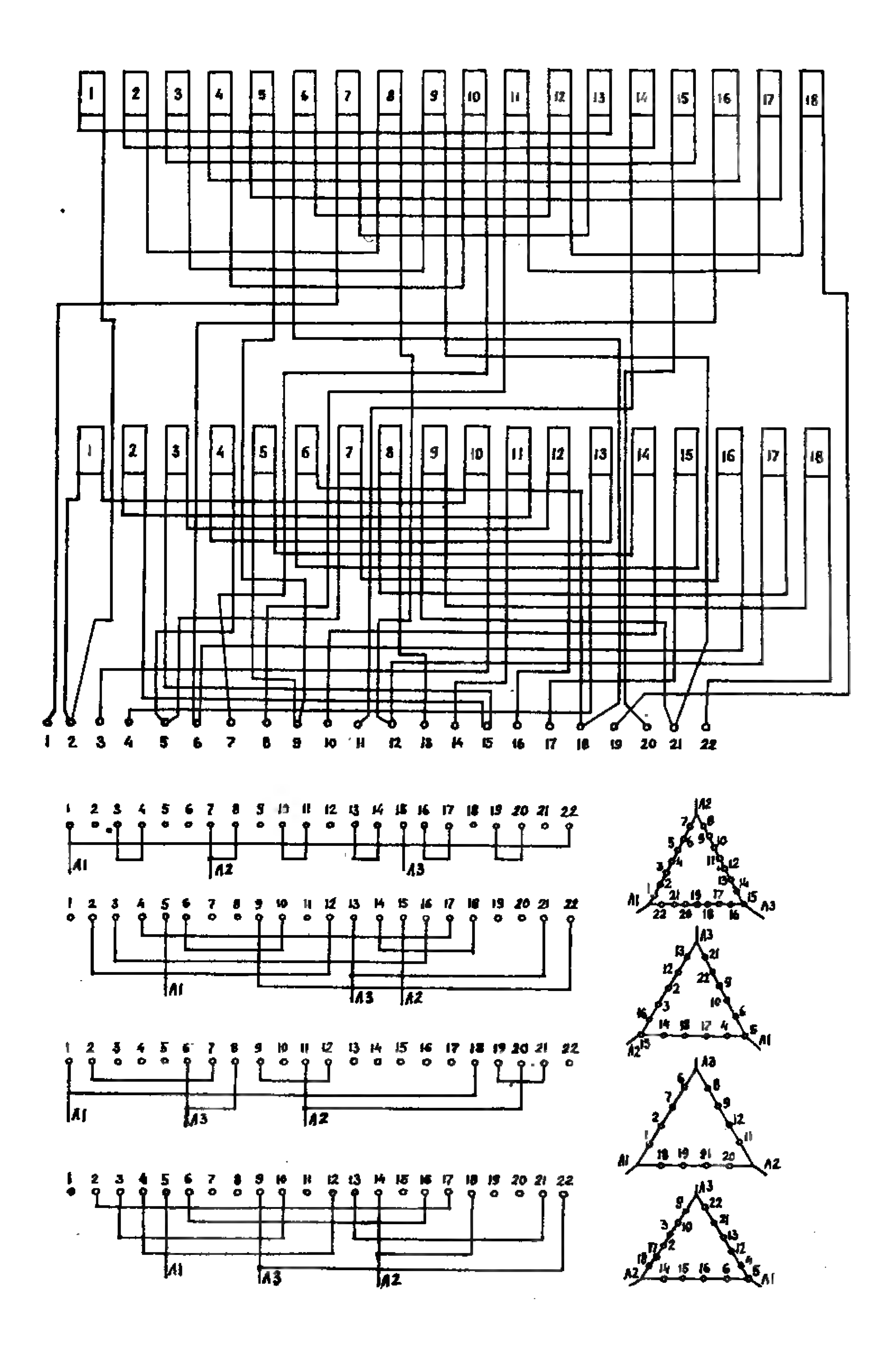


Рис.22. Схема двухобмоточной четырехскоростной двухслойной равносекционной ППО $2p = {}^{12}/_{8}/_{6}/_{4}$. $\Delta/\Delta/\Delta/\Delta$, $Z = 36$, $У = 4\,(1-5)$.

4. Полюсно-переключаемые обмотки многоскоростных электродвигателей серии АИР

Приведенные ниже полюсно-переключаемые обмотки для многоскоростных электродвигателей серии АИР с отношением полюсов неравным 2/1 разработаны международной организацией по экономическому и научно-техничемкому сотрудничеству в области электротехнической промышленности «ИНТЕРЭЛЕКТРО» (СЭВ).

По сравнению с электродвигателями серии 4А, старого типа «Т» и других, переключаемые обмотки серии АИР более просты в исполнении и надежны в эксплуатации, при этом отвечают рекомендациям международной электротехнической комиссии по всем параметрам и характеристикам.

На рис. 23 приведена схема двухскоростной ППО с числом полюсов 2р = 8/2, Z = 36, на шесть выводов соединением *Y*/*YY*.

Обмотка выполнена концентрической (подобно одно-двухслойной), КГ = 12, из них шесть больших и шесть малых, с равным числом пазов на полюс и фазу q = 2. Большие КГ имеют шаги $У_1$ = 15(1-16), $У_2$ = 13(2-15), равномерно размещенных по окружности статора в 24 пазах, заходящих друг за друга (подобно нанизывания по два кольца), при этом каждая сторона секции занимает полностью паз.

Малые КГ расположены внутри больших КГ, с шагами $У_1$ = 7(5-12), $У_2$ = 5(6-11), причем каждая сторона секции занимает половину паза подобно двухслойной обмотке, размещены в 12 пазах.

Вначале удобнее укладывать большие КГ.

На рис. 24 дана схема двухскоростной ППО, 2р = 16/4, Z = 36, на шесть выводов, соединением *Y*/*YY*.

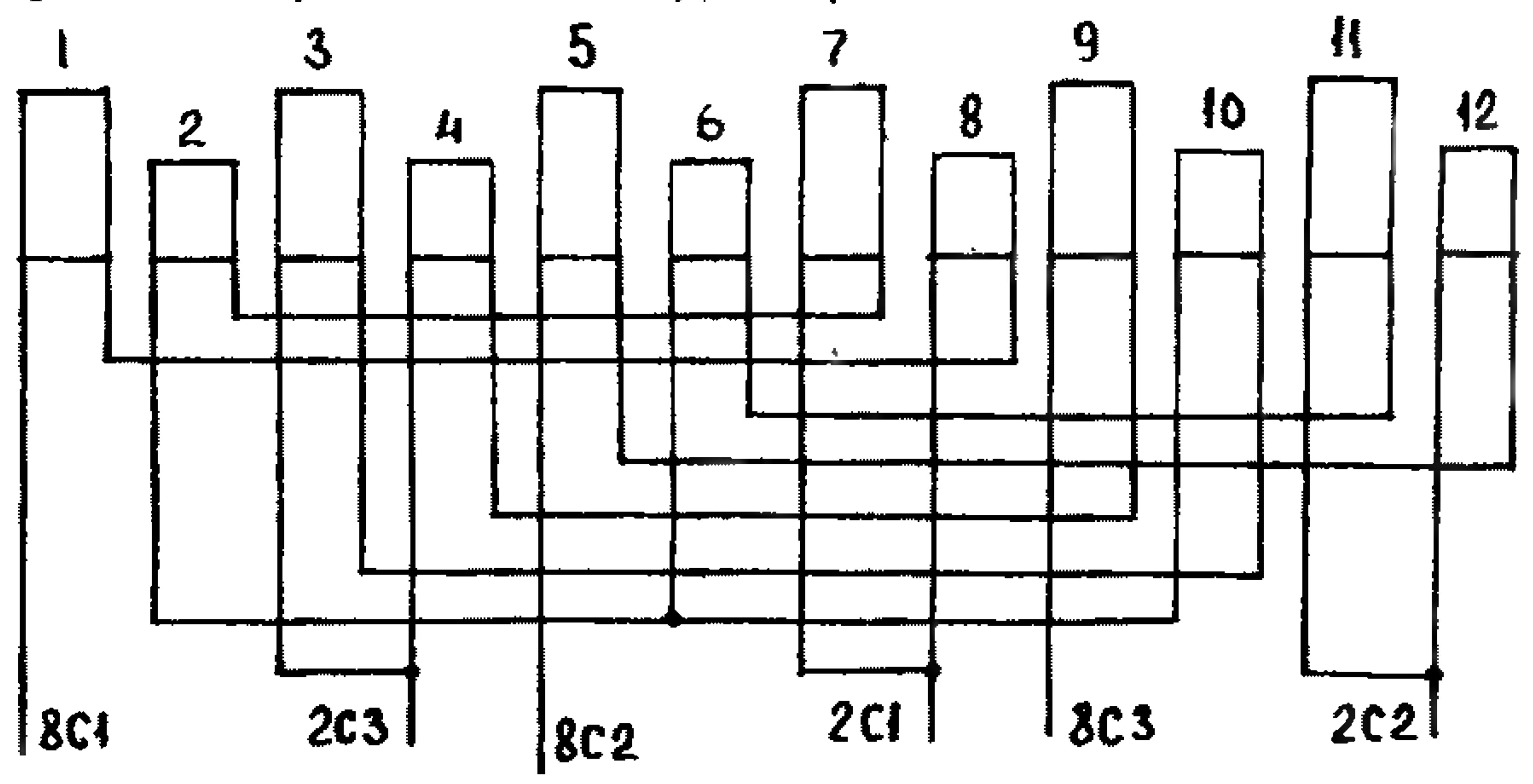
Обмотка составлена с одинаковым q = 1, КГ = 24, из которых двенадцать больших, расположенных в 24 пазах с шагом У = 7(1-8), каждая сторона секций занимает полностью паз и 12 малых, расположенных в 12 пазах с шагом У = 5(3-6), каждая сторона секции занимает половину паза.

Укладка обмотки идентична рис. 23.

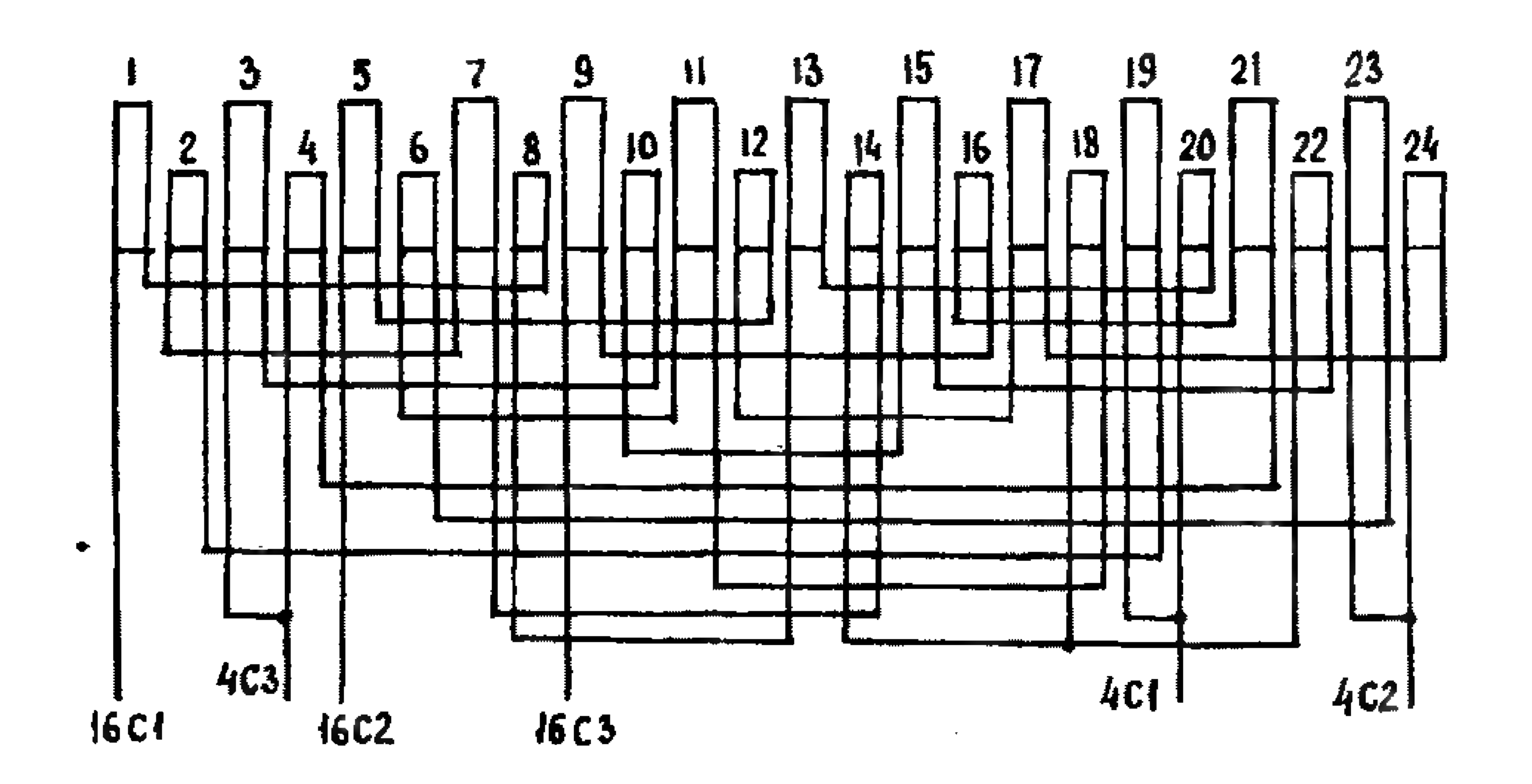
На рис. 25 указана схема двухскоростной ППО. 2р = 6/4, на шесть выводов соединением *YYY*/*YYY*, Z = 36.

Обмотка выполнена двухслойной равносекционной У = 7(1-8), q = 1, 2, 3, КГ = 24, из них троек — 3, двоек — 6 и единиц — 15.

На рис. 26 — схема двухскоростной двухслойной ревносекционной ППО. 2р = 8/6, Z = 36, на шесть выводов, соединением *YYY/YYY*, У = 5(1-6), q = 1, 2, 3, КГ = 24, из ниу троек — 3, двоек — 6 единиц — 15.



Р и с.23. Схема двухскоростной концентрической ППО, 2р = 8/2, Z = 36, q = 2, КГ = 12, $У_1$ = 15(1—16), $У_2$ = 13(2—15) и $У_1$ = 7(5—12), $У_2$ = 5(6—11), *Y/YY*.



Р и с.24. Схема двухскоростной ППО, 2р = 16/4, Z = 36, q = 1, КГ = 24, *Y/YY*, У = 7(1—8) и У = 5(3—6).

На рис. 27 — схема двухскоростной однослойной ППО, 2р = 6/4, Z = 54, q = 1, 2, 3, на шесть выводов, соединением

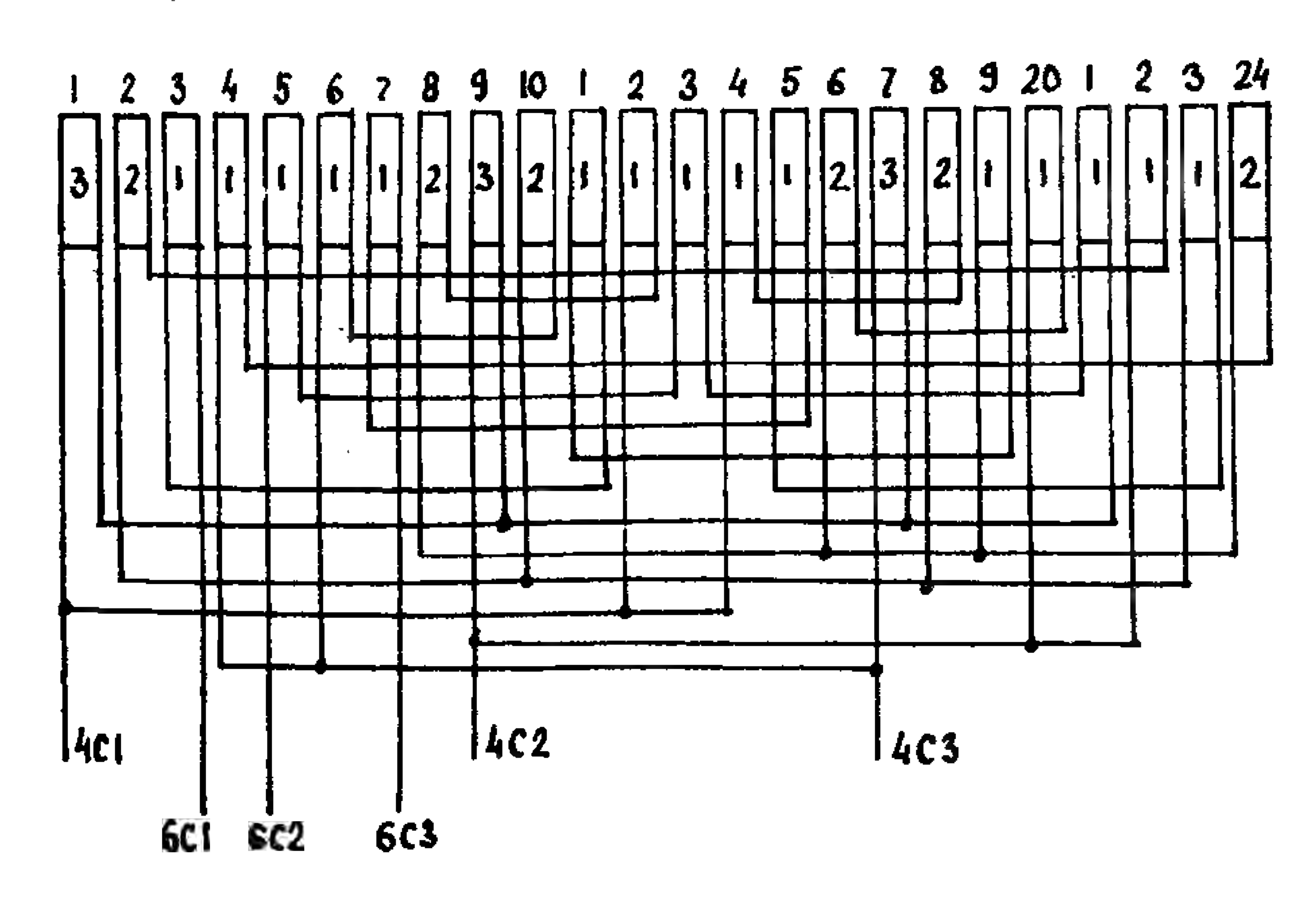


Рис.25. Схема двухскоростной двухслойной равносекционной ППО. $2p = {}^{6}/_{4}$, Z = 36, q = 1,2,3, *YYY/YYY*, КГ = 24, У = 7(1—8)

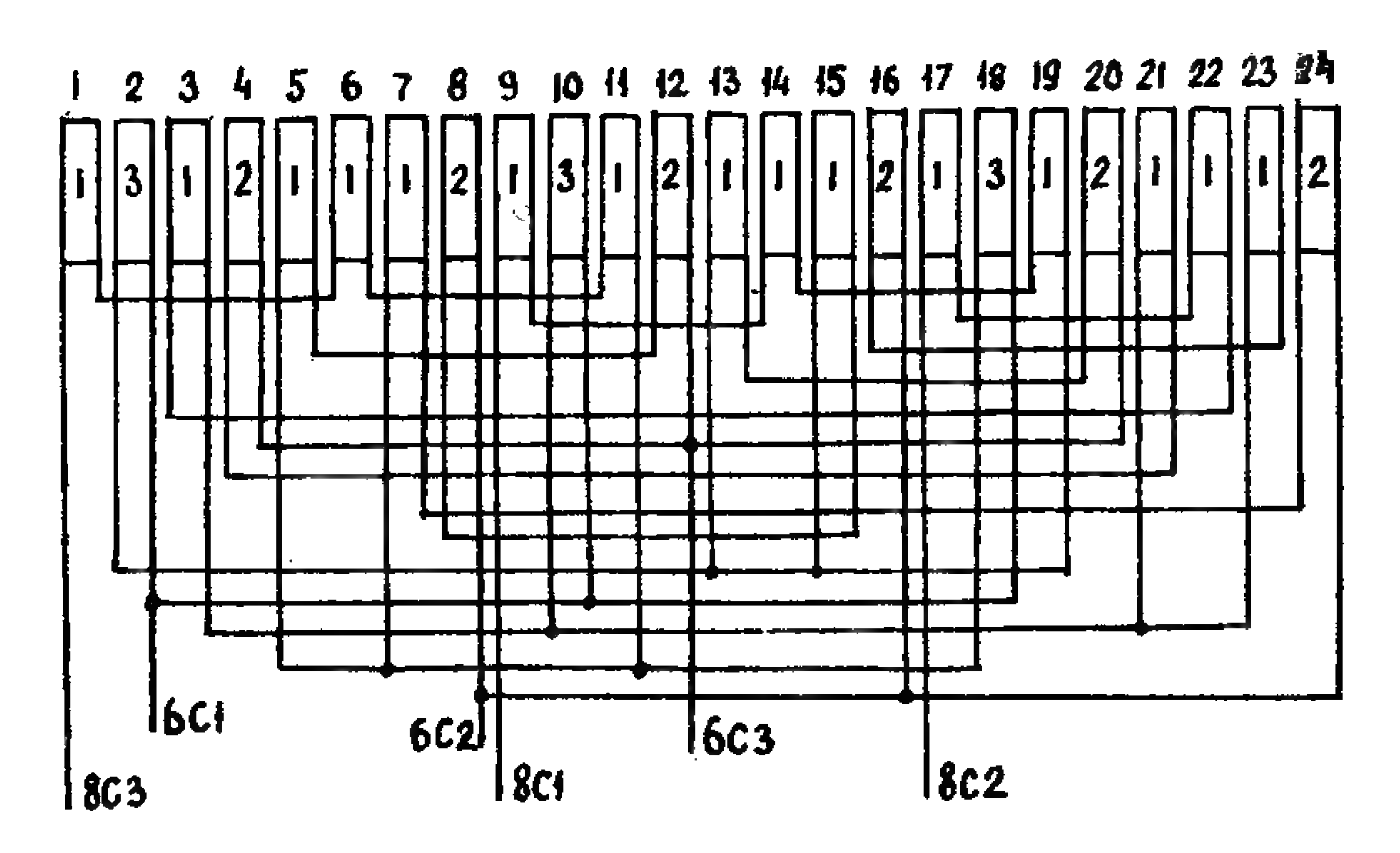


Рис.26. Схема двухскоростной двухслойной равносекционной ППО. $2p = {}^{8}/_{6}$, Z = 36, q = 1,2,3 *YYY/YYY*, КГ = 24, У = 5(1—6)

YYY/YYY, КГ=15, из них троек — 3, двоек — 6 и единиц — 6, порядок чередования которых можно принять 3, 2, 1, 1, 2, 3, 2, 1, 1, 2, 3, 2, 1, 1, 2. Укладка КГ в каждом из трех периодов чередования должна быть с определенным шагом строго по порядку.

Троек с шагами $У_1=10(1\text{-}11)$, $У_2=9(3\text{-}12)$, $У_3=10(4\text{-}14)$, первых двоек $У_1=9(6\text{-}15)$, $У_2=10(7\text{-}17)$, первых единиц $У=10(10\text{-}20)$ и вторых единиц $У=10(13\text{-}23)$. Вторых двоек $У_1=10(16\text{-}26)$, $У_2=9(18\text{-}27)$.

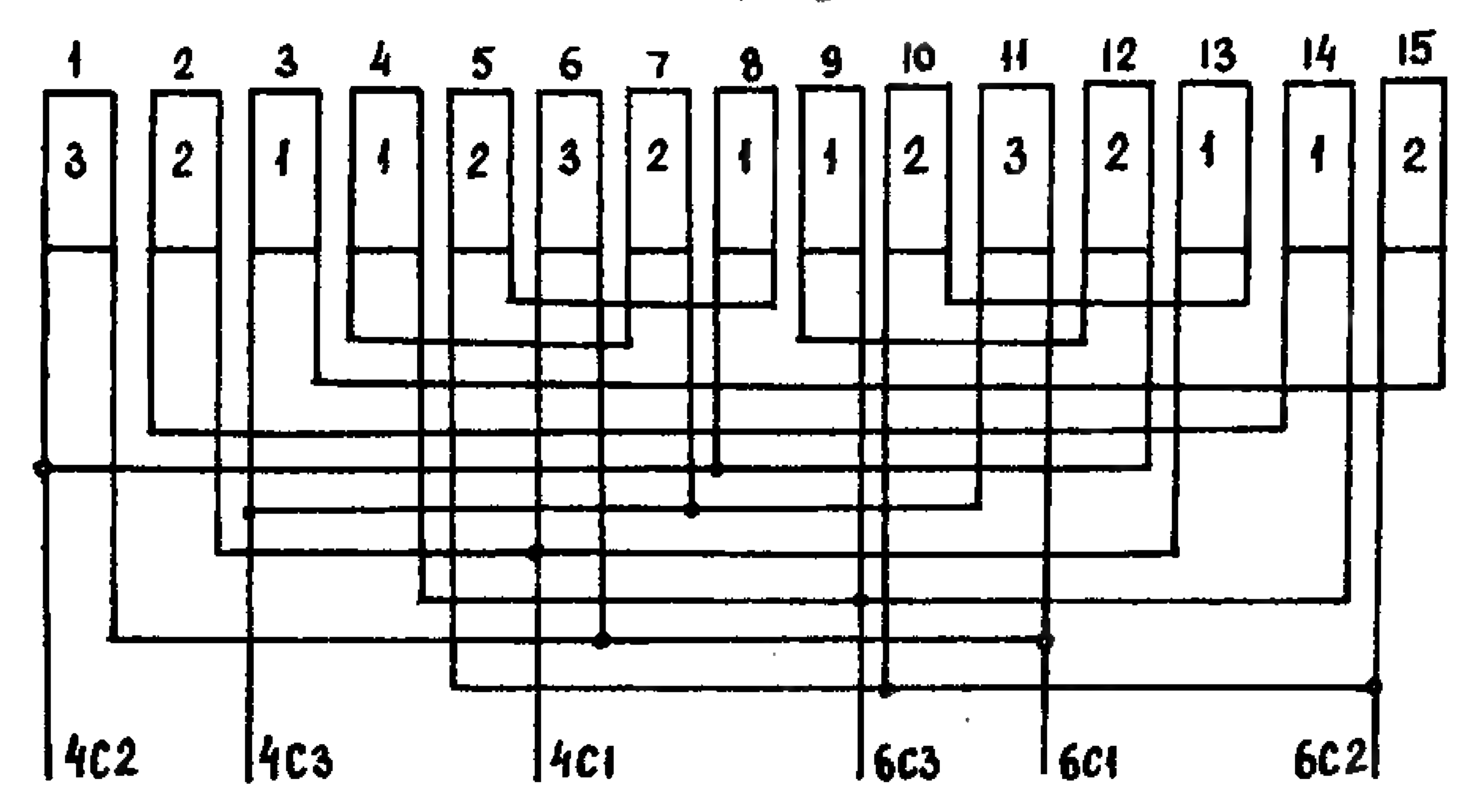


Рис.27. Схема двухскоростной однослойной ППО $2p=6/4$, $Z=54$, $q=1,2,3$, КГ=15, *YYY/YYY*.

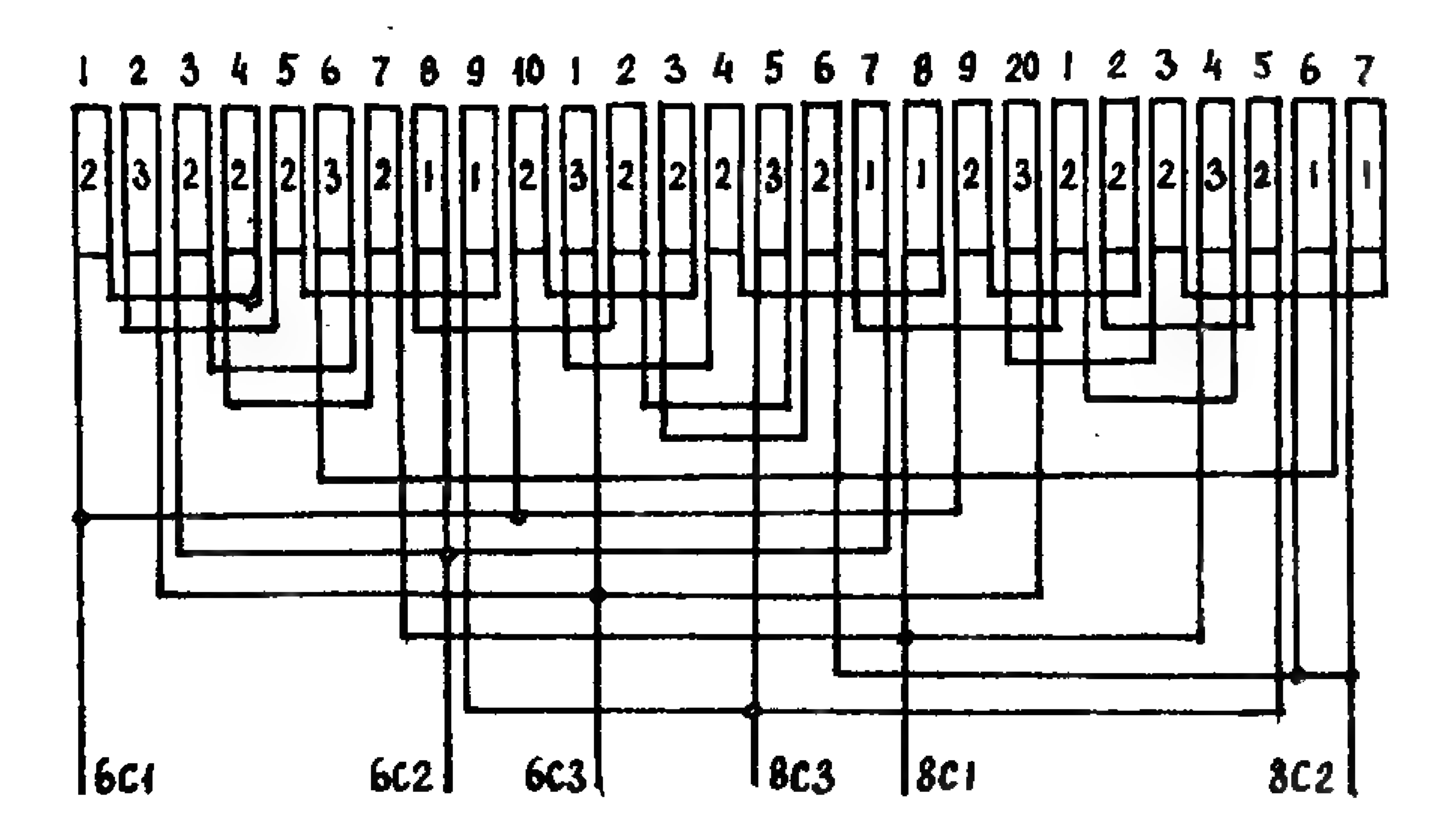


Рис.28. Схема двухскоростной двухслойной равносекционной ППО, $2p=8/6$, $Z=54$, $q=1,2,3$, *YYY/YYY*, $У=7(1—8)$, КГ=27.

На рис. 28. — схема двухскоростной двухслойной равносекционной ППО. 2р=8/6, Z=54, q=1, 2, 3, У=7(1-8) на шесть выводов соединением *YYY/YYY*, КГ=27, из них троек — 6, двоек — 15, единиц — 6.

На рис. 29 — схема трехскоростной двухслойной равносекционной ППО, 2р=8/6/4, Z=36, на 12 выводов соединением △/*YY*/*YYYY*, q=1, 2, 3, КГ=16, из них троек — 8, двоек — 4 и единиц — 4, У=6(1-7).

На рис. 30 — двухскоростная двухслойная равносекционная полюсно-переключаемая обмотка с числом полюсов 2р=10/6, соединением треугольник-тройная звезда (△/*YYY*), числом пазов статора Z=36.

ППО имеет девять выводов с указанием включения в трехугольник (△) на 2р=10 и тройную звезду (*YYY*) на 2р=6, шагом У=5(1-6), числом пазов на полюс и фазу q=2, и количеством катушечных групп КГ=18.

На рис. 31 — двухскоростная равносекционная обмотка с числом полюсов 2р=10/8, соединением треугольник-треугольник (△/△) и количеством пазов статора Z=36. Обмотка выполнена на шесть выводов, с числом пазов на полюс и фазу q=2, шагом У=3(1-4) и числом катушечных групп КГ=18.

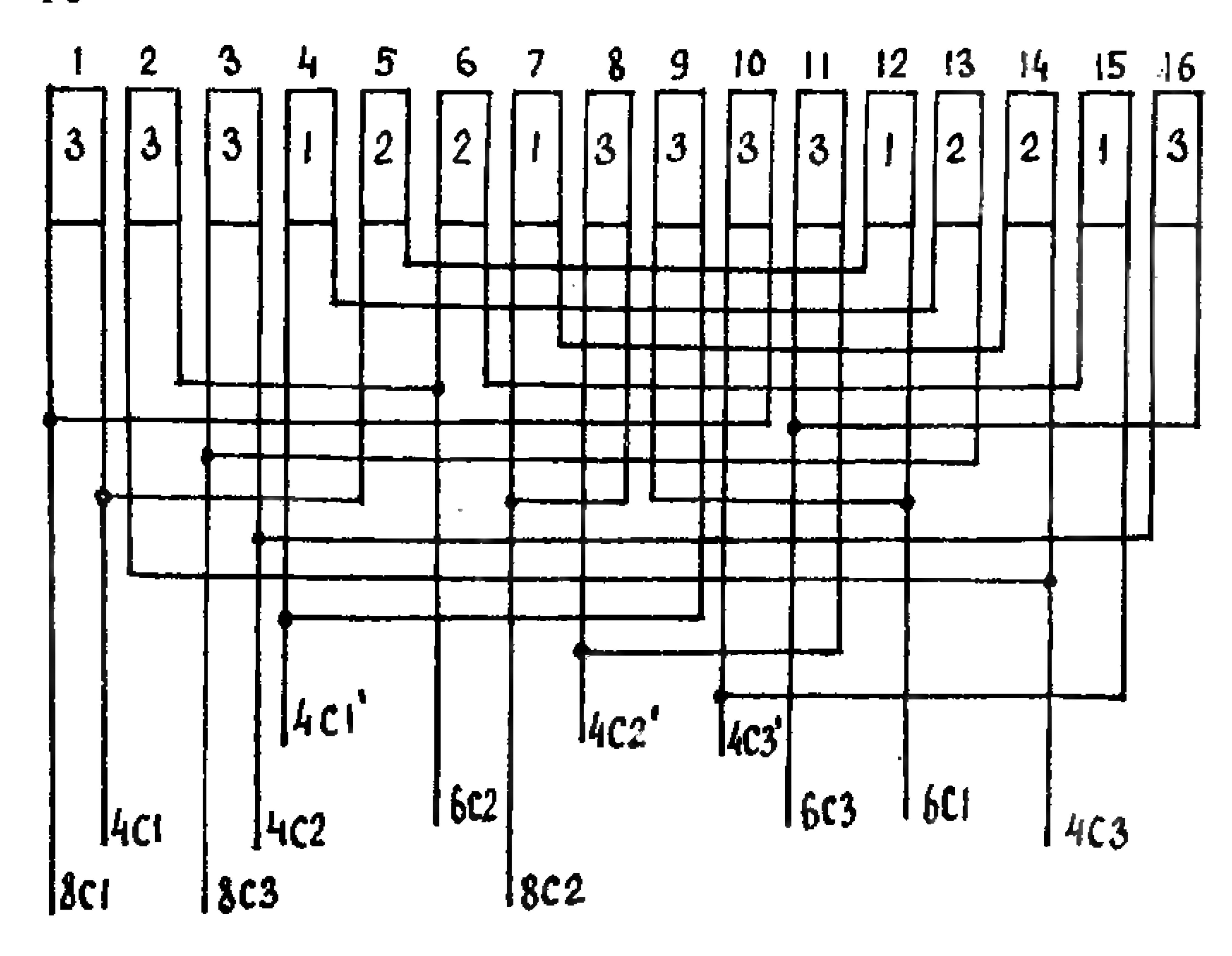
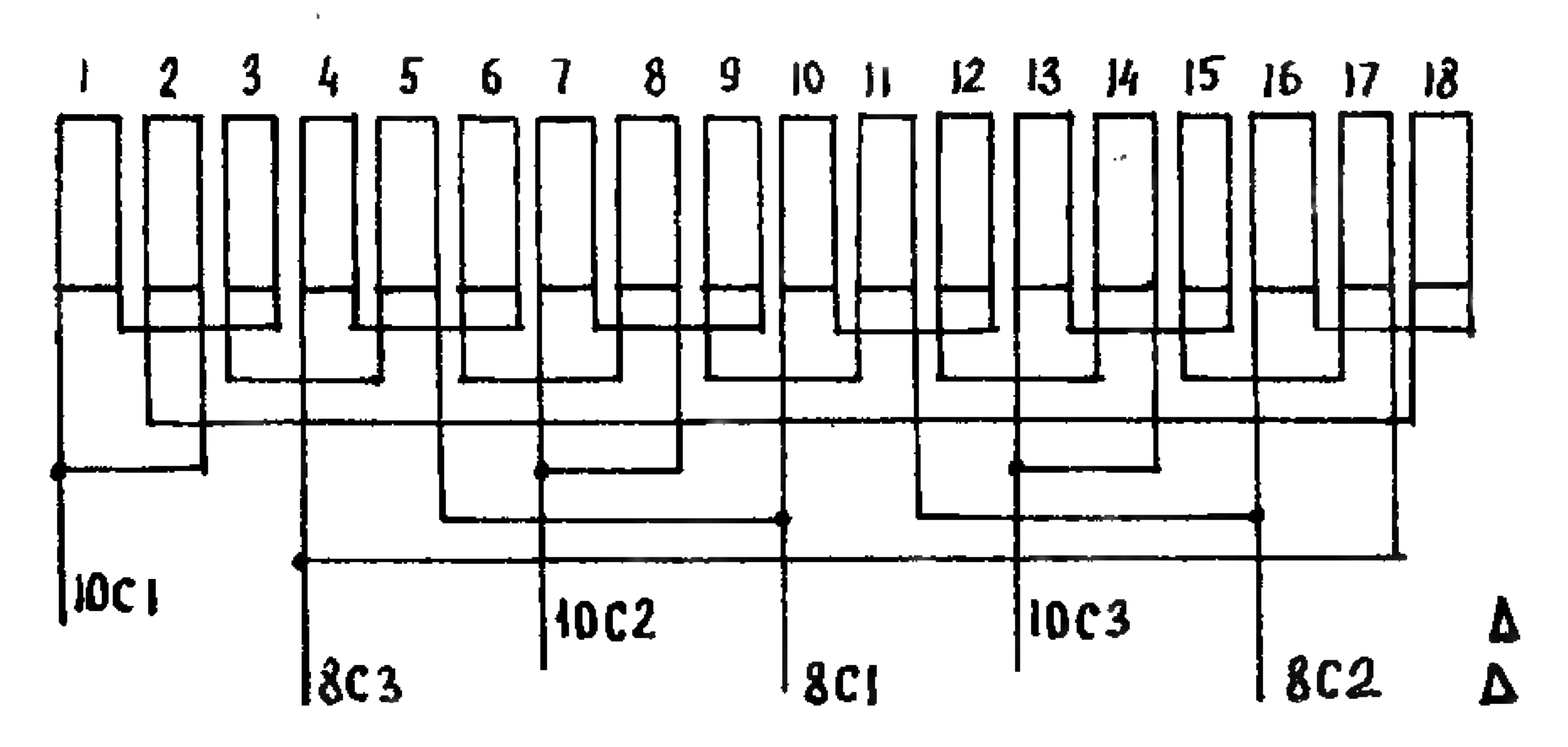


Рис.29. Схема трехскоростной двухслойной равносекционной ППО, 2р=8/6/4, Z=36, q=1,2,3, △/*YY*/*YYYY*, У=6(1—7), КГ=16.

Р и с.30. Схема двухскоростной равносекционной ППО
$2p = {}^{10}/_{6}$, $q = 2$, $У = 5(1-6)$, $КГ = 18$, $Z = 36$, $\triangle / YYY$



Р и с.31. Схема двухскоростной равносекционной ППО
$2p = {}^{10}/_{8}$, $q = 2$, $У = 3(1-4)$, $Z = 36$, $\triangle / \triangle$.

5. УСЛОВИЯ РАБОТЫ МНОГОСКОРОСТНЫХ МНОГООБМОТОЧНЫХ ЭЛЕКТРОДВИГАТЕЛЕЙ

Если электродвигатель имеет две или более самостоятельных односкоростных обмоток, то при включении одной, остальные находятся под воздействием вращающегося магнитного потока. В отключенных (неработающих) обмотках от вращающего магнитного потока в каждой катушечной группе индуктируется электродвижущая сила (ЭДС).

В зависимости от соединения катушечных групп ЭДС в них должны быть направлены встречно и полностью или частично уничтожаются, поэтому в каждой фазе ЭДС могут быть равны нулю или иметь определенную результатирующую величину. Последнее крайне нежелательно. Если отключенные обмотки выполнены последовательно сопряжением фаз в звезду с разомкиутыми выводами, то независимо от наличия результатируюших ЭДС в фазах, в обмотке ток будет отсутствовать. Если же в отключенных обмотках имеются параллельные ветви или выводы включены в треугольиик, то при наличии результатирующей ЭДС (в трех фазах в 3 раза больше), по обмотке будет протекать ток, от которого возникает магнитный поток и образуются полюса, количество которых зависит от числа катушечных групп. Электродвигатель будет издавать сильный гул, ротор вращается медленно или стоит на месте, потребляя чрезмерно большое количество электроэиергии.

Отсутствие в отключенных обмотках результатирующих ЭДС зависит от многих условий, в том числе от соотношения полюсов, типа и шага обмоток, количества катушечных групп, включенных последовательно в параллельной ветви и т. п.

Для подбора отдельных, в том числе полючно-переключаемых обмоток с определенным числом полюсов, обеспечивающих нормальную работу электродвигателя, существуют некоторые условия, с помощью которых можно предвидеть отсутствие или наличие в неработающих обмотках результатирующих ЭДС. Так, например, если числа полюсов включенной и отключенной обмоток кратны четному числу или дробному числу более единицы, а также если включенная обмотка имеет меньшее число полюсов по сравнению с отключенной, то результатирующее ЭДС отсутствуют. При кратности полюсов отключениой и включенной обмотками равному начетному числу или при нечетном

числе катушечных групп в обмотке, результатирующие ЭДС в отключенной обмотке более точно можно определить графической схемой для одной фазы по синусоиде включенной обмотки и катушечным группам с q=1 отключенной обмоток (см. Зимин В. И. и др. Обмотки электрических машин. Л., Энегия, 1976; с. 197-199).

Построение графических схем приемлемо только для работающих обмоток, в которых с синусоидами основиых магнитных потоков появляются только нечетные гармоники 3, 5, 7, создающие в каждой обмотке соответствующее число полюсов с тем же соотношением.

Если же во включенной обмотке помимо нечетных гармоник появляются другие (четные) гармоники, от которых возникают результатирующие ЭДС, то в схемах предусматриваются перемычки или размыкания цепи треугольника. Параллельные ветви образовывать вообще нельзя, так как требуется слишком сложный размыкатель.

При ремоите электродвигателей с заменой обмотки необходимо пользоваться схемами, разработанными на заводах-изготовителях. Они приводятся в специальных каталогах. При наличии двух или более самостоятельных обмоток в статоре с параллельными ветвями или сопряжением фаз в треугольник необходимо соблюдать согласованность укладки обмоток в пазах. К ним относятся также переключающие обмотки по схеме Даландера и ряд других.

Для самостоятельных односкоростных последовательных обмоток, соединением выводов в звезду, при укладке в пазы согласованности начал не требуется.

Необходимо отметить еще одну особенность для многоскоростных электродвигателей, имеющих две обмотки: одну — полюсно-переключаемую и вторую — односкоростную с наличием параллельных ветвей, в которых от расположения катушечиых групп, включенных последовательно, зависит нормальная работа электродвигателя.

Например, в книгах Л. Г. Рубо «Пересчет и ремонт асинхронных двигателей», выпущенной в 1961 году и справочнике П. Н. Цибулевского «Обмоточиые данные асиихронных двигателей», издания 1971 года на стр. 310 и стр. 356 электродвигатели серии А, АО и А2, АО2 с габаритами 81, 81, 83, 84 при 2р=8/6/4, имеют две обмотки — одиу полюсно-переключаемую по схеме Даландара Δ/YY, на 2р=8/4 и вторую иезависимую — односкоростную на 2р=6 в три параллельные ветви (a=3), соединенные в звезду (Y).

В односкоростной шестиполюсной обмотке в параллельных ветвях катушечные группы, включенные последовательно расположены рядом в первой фазе (1, 4), (7, 10), (13, 16) и соответственно в других фазах.

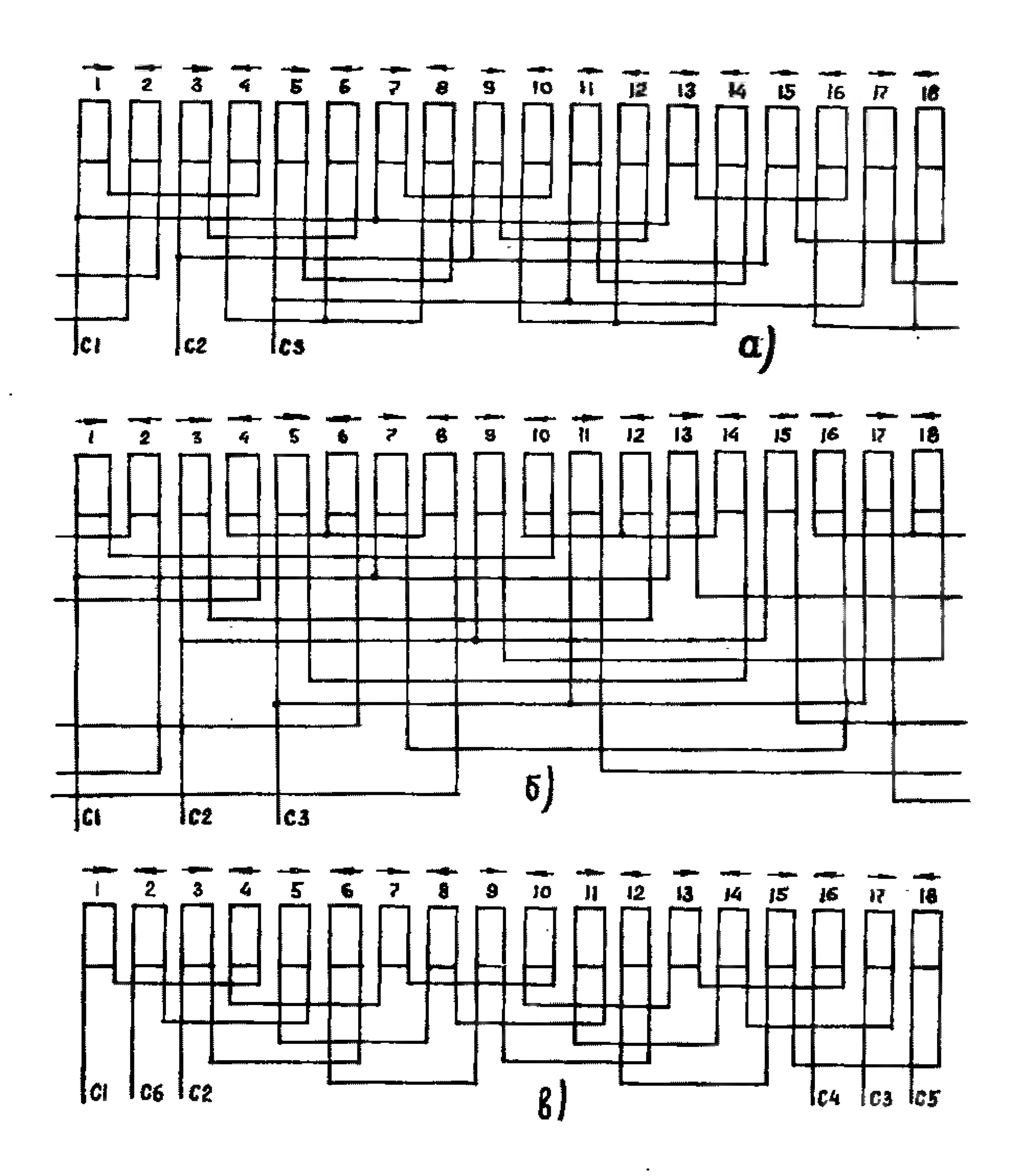


Рис.32. Схемы двухслойной равносекционной обмотки с условными КГ = 18, Z = 72, q = 4, У = 10(1—11)

а) $a = 3$, в фазе C_1—C_4 последовательно включены КГ рядом 1,4—7,10—13,16 (неправильно)

б) $a = 3$, в фазе C_1—C_4 последовательно включены КГ диаметрально 1,10—7,16—13,4 (правильно)

в) схема обмотки выполнена последовательно целыми фазами.

Несмотря на то, что по графической схеме и существующим признакам в обмотках не должно быть результатирующих ЭДС и казалось бы не имеет значения расположение катушечных групп, чтобы это могло отразиться на работе электродвигателя, все же он на любой скорости не работает (см. схему а, рис. 32).

Теоретического обоснования в литературе и ссылки в каталогах обмоточных данных об этом не имеется, поэтому этот факт можно объяснить только тем, что при таком расположении катушечных групп возникают другие гармоники, которые индуктируют результирующие ЭДС в фазах. Кроме того, идеально равномерного воздушного зазора по всей окружности получить нельзя, при этом возможны его нарушения, что может привести к наличию уравнительных токов и паразитных сил. Все ремонтные предприятия в основном пользуются схемами этих авторов, но не зная истинной причины, теряют много времени и не добиваются положительного результата. Оказывается, если в параллельные ветви шестиполюсной обмотке 1-й фазы включить последовательно ктушечные группы не рядом находящиеся, а через две, диаметрально расположенные на статоре (1, 10) (7, 16) 13, 4) и соответственно в других фазах по схеме (рис. 32б), двигатели работают нормально на любом числе полюсов обеих обмоток. При выполнении односкоростной обмотки по указанной схеме создаются условия, при которых возникающие ЭДС уничтожаются, и токи в параллельных ветвях не появляются.

Предусмотреть правильность выбора катушечных групп для последовательного соединения в параллельных ветвях для некоторых обмоток невозможно, это обнаруживается только после выполнения обмотки и испытания электродвигателя.

Во избежание таких явлений можно рекомендовать выполнять односкоростную обмотку по схеме (б) или лучше переходить на последовательную, соединением в звезду, при этом производительнее изготовлять и укладывать ее целыми фазами по схеме (в), рис. 32.

В новой серии 4А такие электродвигатели выполнены с последовательной шестиполюсной обмоткой, сопряжением фаз в звезду, мощностью значительно большей, чем приведенные в серии А и А2.

При переходе на последовательную обмотку число эффективных проводников уменьшается, а сечение или число элементарных проводников увеличивается в количество параллельных ветвей.

6. РАСЧЕТ ОБМОТОЧНЫХ ДАННЫХ МНОГОСКОРОСТНЫХ ЭЛЕКТРОДВИГАТЕЛЕЙ

6.1. Определение числа полюсов

При расчете многоскоростного электродвигателя из односкоростного необходимо знать заводское число полюсов последнего, указанное на паспортной табличке, а при ее утрате оно определяется по формуле:

$$2p = \frac{0,35 \cdot Z \cdot b}{h} \qquad (1)$$

Р и с.33. Размеры сердечиика статора

или

$$2p = \frac{0,5 \cdot D}{h} \qquad (1a)$$

где:

- 2p — число полюсов;
- Z — число зубцов (пазов) статора;
- b — ширина зубца статора в см;
- h — высота спинки статора в см;
- l — длина сердечника статора в см;
- D — диаметр расточки статора в см.

Размеры статора (сердечника) приведены на рис. 33.

В результате решения формулы может получиться дробное число, которое округляется до ближайшего целого четного.

Если многоскоростной электродвигатель необходимо изготовить с отношением полюсов $^2/_1$ в режиме работы с постоянным моментом, то число полюсов односкоростного электродвигателя должно совпадать с меньшим числом полюсов многоскоростного. При недостаточной высоте спинки статора в двухскоростном электродвигателе повысится магнитная индукция и электродвигатель будет не пригоден для работы на повышенной скорости.

Для электродвигателей в режиме работы с постоянной мощностью с отношением $^2/_1$ число полюсов односкоростного электродвигателя может совпадать с большим числом полюсов многоскоростного.

6.2. Определение эффективного числа проводников в пазу статора

$$N = \frac{2p \cdot 10^5}{Z^2 \cdot l \cdot b \cdot B_3 \cdot K_y} \qquad (2)$$

Формула выведена путем преобразования существующих формул в литературе с учетом частоты тока 50 герц. фазного напряжения — 220В и обмоточного коэффициента распределения обмотки по пазам в среднем равным $K_p = 0,96$, поэтому полученное число проводников по формуле (2) будет соответствовать только двигателю напряжением 380В, соединением обмотки в звезду (Y).

При другом напряжении сети или соединения обмотки, в формулу вводится дополнительный поправочный коэффициент.

Зная число эффективных проводников в пазу статора, необходимо проверить величину магнитной индукции в спинке (B_c в Теслах)

$$B_c = \frac{\pi \cdot 10^4}{Z \cdot l \cdot h \cdot N \cdot K_y} \quad (3)$$

Если магнитная индукция в спинке статора превысит 1,7 Тл то число эффективных проводников в пазу статора надо увеличить.

N — эффективное число проводников в пазу статора, $\pi = 3{,}14$, B_c — магнитная индукция в спинке статора в Тл, $B_з$ — магниная индукция в зубцах статора в Тл (принимается для серии А, $B_з = 1{,}6$ Тл, для серии А2, $B_з = 1{,}75$ Тл, для серии 4А и иномарок $B_з = 1{,}85$ Тл),

K_y — обмоточный коэффициент укорочения принимается для отношения полюсов $^2/_1$ — $K_y = 0{,}85$, а для $^3/_2$ и меньшее — $K_y = 0{,}9$.

6.3. Определение сечения эффективного проводника

Для этого паз заполняют стальными стержнями (спицами) одного размера с установкой необходимой изоляции и клина, просчитывают сколько их вместилось в паз и подставляют в формулу 4.

$$S = \frac{N_п \cdot S_п}{N} \quad (4)$$

где

N, S — число и сечение в мм^2 эффективных проводников обмоток;

$N_п$, $S_п$ — число и сечение в мм^2 стальных стержней (пробных) вместившихся в паз.

Пробные проводники изготавливаются из стальной проволоки, достаточно трех диаметров — $d_1 = 1{,}5$ мм, $d_2 = 1{,}2$ мм, $d_3 = 0{,}8$ мм, которые необходимо считать условно проводами с изоляцией.

Уменьшая эти диаметры на изоляцию, получим чистые диаметры провода: $d_1=1,35/1,5$ мм, $d_2=1,06/1,2$ мм, $d_3=0,71/0,8$ мм с эмалевой изоляцией и $d_1=1,25/1,5$ мм, $d_2=1,0/1,2$ мм, $d_3=0,63/0,8$ мм с эмалеволокнистой изоляцией.

Зная сечение эффективного проводника, можно определить число элементарных проводников ($N_э$) путем деления сечения эффективного проводника (S) на сечение принятого элементарного проводника ($S_э$).

$$N=\frac{S}{S_э} \qquad (5)$$

Сечение элементарного проводника берется соответственно диаметра из таблицы стандартов проводов.

6.4. Определение фазной силы тока

$$I_ф=S\cdot j\cdot A \qquad (6)$$

где $I_ф$ — фазная сила тока в А, j — плотность тока в А/мм^2 (см. табл.).

6.5. Определение мощности электродвигателя по ступеням оборотов

$$P=3\cdot I_ф\cdot U_ф\cdot \cos\varphi\cdot \eta\cdot 10^{-3}кВт \qquad (7)$$

где:

P — мощность электродвигателя в кВт;

$U_ф$ — фазное напряжение в В;

$\cos\varphi\cdot\eta$ — коэффициенты мощности и полезного действия в произведении (см. в табл.).

Плотность тока, коэффициенты мощности и полезного действия многоскоростных электродигателей значительно отличаются от односкоростных. Помимо частоты вращения и исполнения эти параметры зависят от количества скоростей, соотношения полюсов, числа обмоток и принятой схемы.

Из-за малого заполнения пазов статора плотность тока завышена, а коэффициенты мощности и полезного действия

по сравнению с односкоростными ниже во многоскоростных приблизительно на 10—15%.

Выбор этих параметров в таблице для расчета обмоточных данных необходимо производить для каждого отдельного случая и каждой ступени оборотов по мощности многоскоростного электродвигателя.

В табл. приведены приблизительные данные плотности тока, коэффициентов мощности и полезного действия (в произведении) для многоскоростных электродвигателей. Величина кпд и cosφ приняты по данным из книги А.М. Харитонова «Многоскоростные электродвигатели», изданной в 1971 году.

Таблица

P кВт	Dсм	2p = 2—4		2p = 6—8		2p = 10—16	
		j	cosφ · η	j	cosφ · η	j	cosφ · η
до 1	до 10	7,8—9	0,50	7,5—8,5	0,47	7,2—8,1	0,45
1—5	10—15	5,5—7	0,62	5,2—6,4	0,52	5,1—6,6	0,50
5,25	15—20	5,3—6,8	0,64	5,1—6,2	0,58	5,0—6,1	0,56
25—75	20—255	5,1—6	0,68	5,60—6	0,62	4,9—5,8	0,62
75—100	25—30	4,5—5	0,7	4—4,6	0,68	3,8—4,3	0,61

В таблице величина плотности тока соответствует исполнению электродвигателям старых серий: для открытого — большая, для закрытого средняя, для взрывозащищенного — меньшая. Для новых серий электродвигателей принятые величины из таблицы можно увеличить на 10 процентов.

7. Пример расчета обмоточных данных

Для подтверждения правильности выведенных формул возьмем электродвигатель с наличием данных в каталоге АО2-41-8/4, напряжением 380В, соединением выводов — треугольник—двойная звезда, с двухслойной обмоткой — N = 54 + 54, d = 0,83 мм, Z = 36, мощностью при 2p = 8—1,6 кВт и при 2p = 4—2,5 кВт. Размеры статора — D = 14,4 см, l = 11 см, b = 0,59 см, h = 1,1 см.

Схему сопряжения фаз принимаем такую же — $\triangle/YY$, в режиме близком с постоянной мощностью, поэтому мощности при $2p=8$ и $2p=4$ отличаются незначительно. Значит размер спинки статора может соответствовать 8 полюсам.

7.1. Предварительно проверим пригодность спинки статора для двигателя на $2p=8$

$$2p=\frac{0,35\cdot Z\cdot b}{h}=\frac{0,35\cdot 36\cdot 0,59}{1,1}=6,8=6$$

При схеме $\triangle/YY$ число полюсов, полученное по формуле, вполне достаточно.

7.2. Находим число пазов на полюс и фазу:

$$q=\frac{Z}{3\cdot 2p\text{ - меньшее}}=\frac{36}{12}=3$$

7.3. Определяем шаг обмотки:

$$У=\frac{Z}{2p\text{ - большее}}=\frac{36}{8}=4,5=5\,(1—6)$$

7.4. Число катушечных групп при двухслойной обмотке КГф $=2p$ меньшее $=$ 4, КГ $=4\cdot 3=12$

7.5. Определим число эффективных проводников в пазу статора при $2p=8$

Так как при $2p=8$ обмотка включена в $\triangle$, то числитель в формуле необходимо увеличить в 1,73.

$$N_в=\frac{2p\cdot 10^5\cdot 1,73}{Z^2\cdot l\cdot b\cdot B_з\cdot K_у}=$$

$$=\frac{8\cdot 10^5\cdot 1,73}{36\cdot 36\cdot 11\cdot 0,59\cdot 1,75\cdot 0,85}=110$$

Обмотка двухслойная, поэтому $N=55+55$ проводников в пазу.

Разница в числе проводников по сравнеиию с заводским равна 2 проводника, что составляет менее 2%.

Величину магнитной индукции в спинке статора на

2р = 8 нет смысла проверять, а проверим ее на 2р = 4. При переключении обмотки с треугольника на звезду число проводников в пазу должно быть увеличено в 1,73, но так как на 2р = 4 образуются две параллельные звезды, то относительное число проводников в пазу уменьшится в 2 раза. Следовательно, при двойной звезде число проводников в пазу условно составит:

$$N_4 = \frac{110 \cdot 1{,}73}{2} = 95 \text{ проводников}$$

Магнитная индукция в спинке статора при N = 95 будет иметь величину

$$B_c = \frac{\pi \cdot 10^4 \cdot 1{,}73}{Z \cdot L \cdot h \cdot N_4 \cdot K_y} = \frac{31400 \cdot 1{,}73}{36 \cdot 11 \cdot 1{,}1 \cdot 95 \cdot 0{,}85} =$$

$$= 1{,}56 \text{ Тл.}$$

Индукция в спинке статора при 2р = 4 в пределах нормы.

7.6. Определим сечение эффективного проводника.

Вставив в паз корпусную изоляцию (коробочку) и заполнив его стальными стержнями (пробными) d = 1,06/1,2 мм, с учетом места для клина, в него вместилось $N_п = 66$. Диаметру провода без эмалиевой изоляции соответствует сечение $S_п = 0{,}882$.

Сечение эффективного проводника рассчитываем по формуле (4). Для 2р = 8,

$$S = \frac{N_п \cdot S_п}{N} = \frac{66 \cdot 0{,}882}{110} = 0{,}52 \text{ мм}^2$$

Сечение провода соответствует диаметру d = 0,8 мм, который равен расчетному диаметру завода-изготовителя.

7.7. Выбрав в таблице плотность тока j = 5,8 А/мм^2, находим фазную силу тока:

при 2р = 8

$I_ф = 0{,}52 \cdot 5{,}8 = 3А$;

при 2р = 4,

$I_ф = 3 \cdot 2 = 6А$

7.8. Определим номинальную силу тока:
при $2p = 8$,
$I_н = S_ф \cdot 1,73 = 3 \cdot 1,73 = 5,2A$
при $2p = 4$
$I_н = I_ф = 6A$

7.9. Мощность электродвигателя составит:
при $2p = 8$, в таблице $\cos\varphi \cdot \eta = 0,52$
$P_8 = 3 \cdot U_ф \cdot I_ф \cdot \cos\varphi \cdot \eta 10^{-3} = 3 \cdot 380 \cdot 3 \cdot 380 \cdot 0,52 \cdot \cdot 10^3 = 1,78$ кВт при $2p = 4$, в таблице $\cos\varphi \cdot \eta = 0,62$

$P_4 = 3 \cdot I_ф \cdot U_ф \cdot \cos\varphi \cdot \eta 10^{-3} = 3 \cdot 6 \cdot 220 \cdot 0,62 \cdot 10^{-3} = 2,45$ кВт

Мощности электродвигателя близки к заводской. Электродвигатели при разном числе полюсов с отношением $^2/_1$ по схеме Даландера ($\triangle/YY$) предназначены для работы приблизительно с постоянной мощностью потребляемой от сети. Разница мощности на валу электродвигателей при разных числах полюсов объясняется различными коэффициентами — $\cos\varphi$ и КПД.

8. ОБМОТОЧНЫЕ ДАННЫЕ МНОГОСКОРОСТНЫХ ЭЛЕКТРОДВИГАТЕЛЕЙ НАПРЯЖЕНИЕМ 380В СЕРИИ АИР, АО2, 4А, АО, Т, ЛИФТОВЫХ, ПРЕОБРАЗОВАТЕЛЕЙ ЧАСТОТЫ ТОКА С 220/380 В, 50 Гц НА НАПРЯЖЕНИЕ 36В, 200 Гц И БОЛГАРСКОГО ПРОИЗВОДСТВА СЕРИИ АО.

8.1. Данные многоскоростных электродвигателей серии

Тип	2р	РкВт	I	Z	q	У
71А-4/2	4/2	0,48/0,62	1,51/1,65	36	6	10
71В-4/2	4/2	0,71/0,85	2,15/2,16	36	6	10
80А-4/2	4/2	1,1/1,5	2,9/3,58	36	6	10
80В-4/2	4/2	1,5/2	3,84/4,67	36	6	10
90L-4/2	4/2	2,2/2,7	5,2/5,7	36	6	10
100S-4/2	4/2	3/3,75	6,6/7,9	36	6	10
100L-4/2	4/2	4,25/4,75	8,9/9,7	36	6	10
112М-4/2	4/2	4,2/5	9,2/10,1	36	6	9
132S-4/2	4/2	6/6,7	12,5/14,5	36	6	9
132М-4/2	4/2	8,5/9,5	17/20	36	6	9
90L-8/4	8/4	0,7/1,1	2,2/2,5	36	3	5
100S-8/4	8/4	1/1,7	3,55/3,75	36	3	5
100L-8/4	8/4	1,4/2,36	4,8/5	36	3	5
112МА-8/4	8/4	1,9/3	5,6/6,8	48	4	6
112МВ-8/4	8/4	2,2/3,6	6,35/8,1	48	4	6
132S-8/4	8/4	3,2/5,3	8,9/11	48	4	6
132М-8/4	8/4	4,2/7,1	11/14,6	48	4	6
160S-4/2	4/2	11/14,5	21/28	48	8	9
160М-4/2	4/2	14/17,5	27/33	48	8	9
160S-8/4	8/4	6/10	15/21	48	4	6
160М-8/4	8/4	9/13	21/25,3	48	4	6
112М-6/4	6/4			54	1,2,3	
132S-6/4	6/4			54	1,2,3	
132М-6/4	6/4			54	1,2,3	
112МА-8/6	8/6			54	1,2,3	7
112МВ-8/6	8/6			54	1,2,3	7
132S-8/6	8/6			54	1,2,3	7
132М-8/6	8/6			54	1,2,3	7
100S-8/6/4	8/6/4	0,56/1,12/2,8		36	1,2,3	6
100L-8/6/4	8/6/4	0,71/1,2/3		36	1,2,3	6
71А-8/2ЕЭ	8/2	0,09/0,37		36	2	

АИР, напряжением 380 В

N	d	G	D	l	L	КГ	соединен.	Рис.
89+89	0,35	1			346	6	△/YY	1а
71+71	0,41	1,12			378	6	△/YY	1а
53+53	0,5	0,41			408	6	△/YY	1а
42+42	0,56	1,53			452	6	△/YY	1а
37+37	0,63	1,88			492	6	△/YY	1а
34+34	0,85	3,15			500	6	△/YY	1а
28+28	0,95	3,61			558	6	△/YY	1а
27+27	1	3,5			550	6	△/YY	1а
25+25	1,12	4,9			590	6	△/YY	1а
19+19	1,25	5,8			680	6	△/YY	1а
61+61	0,5	1,64			412	12	△/YY	2а
63+63	0,56	2,15			374	12	△/YY	2а
50+50	0,67	2,6			424	12	△/YY	2а
40+40	0,71	3			430	12	△/YY	2а
32+32	0,8	3,45			490	12	△/YY	2а
29+29	0,9	3,8			470	12	△/YY	2а
22+22	1,06	4,7			560	12	△/YY	2а
(13+13)2	1,32	11,7	163	150	690	6	△/YY	1а
(11+11)2	1,4	12,1	163	180	800	6	△/YY	1а
19+19	1,5	8,9	180	150	585	12	△/YY	2а
(14+14)2	1,18	9,7	180	210	705	12	△/YY	2а
66	0,75	3,8			524	15	YYY/YYY	27
42	0,8	4,1			490	15	YYY/YYY	27
31	0,85	5,1			508	15	YYY/YYY	27
53+53	0,56	2,8			420	27	YYY/YYY	28
46+46	0,6	3,1			474	27	YYY/YYY	28
64+64	0,85	5			550	27	YYY/YYY	28
47+47	1	5,9			640	27	YYY/YYY	28
74+74	0,56	2,4			348	16	△/YY/YYY	29
60+60	0,63	2,8			454	16	△/YY/YYY	29
168 и 120	0,38 и 0,3	1,6				12	Y/YY	23

Тип	2р	Р кВт	I	Z	q	У
71В-8/2ЕЭ	8/2	0,12/0,55		36	2	
80А-8/2ЕЭ	8/2	0,18/0,75		36	2	
80В-8/2ЕЭ	8/2	0,25/1,1		36	2	
90L-8/2ЕЭ	8/2	0,37/1,5		36	2	
71В-16/4ЕЭ	16/4	0,04/0,25		36	1	
80А-16/4ЕЭ	16/4	0,07/0,37		36	1	
80В-16/4ЕЭ	16/4	0,12/0,55		36	1	
90L-16/4ЕЭ	16/4	0,15/0,75		36	1	

Многоскоростные электродвигатели изготовляются из унифицированной односкоростной серии АИ (АИ-Р,С), выпускаемые в настоящее время заводами и имеющие маркировку и обозначение:

АИ — асинхронный ИНТЕРЭЛЕКТРО;

Р, С — два варианта рядов мощностейувязанный к установочным размерам электродвигателей стран СЭВ, при чем с одной высотой осью вращения в варианте ряда «Р» мащность на одну ступень выше чем в ряде «С». Равенство высот оси вращения в основном достигается увеличением толщины лап;

45, 50, 63, 71, 80, 90, 100 и т.д. — высота оси вращения в мм;

А, В — первая и вторая длина сердечника для высот оси до 80 мм при одинаковой длине станины;

S, M, L — малая, средняя и большая установочная длина станины и сердечника начиная с высоты оси 90 и более;

2, 4, 6, 8, 10, 12, 4/2, 8/4 и т.д. — число полюсов;

ЕС — электромагнитный тормоз

При проектировании электродвигателей серии АИ по сравнению с «4А» было уделено повышению мощности за счет применения материалов повышенного класса нагревостойкости и новой холоднокатаной электротехнической стали марки 2214, а для станины и щитов качественного чугуна и алюминия, что позволило улучшить пусковые характеристики и снизить уровень шума.

N	d	G	D	l	L	КГ	соединен.	Рис.
13 и 96	0,42 и 0,33	1,3				12	Y/YY	23
98 и 84	0,53 и 0,4	1,6				12	Y/YY	23
78 и 67	0,6 и 0,45	1,8				12	Y/YY	23
63 и 54	0,67 и 0,5	2				12	Y/YY	23
198 и 99	0,3	0,8				24	Y/YY	24
192 и 96	0,35	1				24	Y/YY	24
130 и 65	0,45	0,5				24	Y/YY	24
112 и 56	0,5	1,4				24	Y/YY	24

Все модификации электродвигателей с К/З ротором выполнены закрытыми обдуваемыми и предусмотрены материалы: провод обмоточный ПЭТ(М)-155 и 180 с эмалью на основе полиэфиримидов; пазовая изоляция ПСК(ПСК-М) — пленкосинтокартон (Аривсан — полиэтилентерефталат, оклеенный с двух сторон полиарелатной пленкой); пропиточный компаунд КП-50, КП-34 смесь полиэфиров отвержденных пастой перекиси бензолина; изоляционная трубка ТКСП и провод для выводов РКГМ и ПВКФ с изоляцией кремнийорганической резины в оплетке стекловолокном или фторсилоксина.

8.2. Данные многоскоростных электродвигателей серии

Тип	2р	Р кВт	I	Z	q	У
56А4/2	4/2	0,1/0,14	0,35/0,45	24	4	7
56В4/2	4/2	0,12/0,18	0,43/0,56	24	4	7
63А4/2	4/2	0,19/0,265	0,67/0,78	24	4	7
63В4/2	4/2	0,224/0,37	0,8/0,9	24	4	7
71А4/2	4/2	0,45/0,75	1,6/2,1	24	4	7
71В4/2	4/2	0,63/0,95	1,9/2,46	24	4	7
80А4/2	4/2	1,1/1,5	2,9/4	36	6	10
90LA4/2	4/2	1,5/2	3,8/4,4	36	6	10
90LB4/2	4/2	2/2,5	2,7/5,3	36	6	10
100S4/2	4/2	2,65/3,4	5,8/7,1	36	6	10
100L4/2	4/2	3,2/4,2	7/8,7	36	6	10
112М4/2	4/2	4,2/5	9/11	36	6	9
132S4/2	4/2	6/6,7	12/14	36	6	9
132М4/2	4/2	8,5/9,5	17/20	36	6	9
160S4/2	4/2	11/14,5	22,4/26,4	48	8	13
160М4/2	4/2	14/17	27/31,7	48	8	13
180S4/2	4/2	18/21	95,3/38,2	48	8	13
180М4/2	4/2	22/26,5	41/48	48	8	13
200L4/2	4/2	33,5/37	62,3/65	48	8	13
225М4/2	4/2	42,5/45	87,2/78,9	48	8	13
250S4/2	4/2	50/60	91,4/105,3	60	10	15
250М4/2	4/2	60/71	107,7/123	60	10	15
100L8/4	8/4	1,4/2,4	4,5/5,2	36	3	5
112МА8/4	8/4	1,9/3	5,7/6,8	48	4	6
112МВ8/4	8/4	2,2/3,6	6,5/8,1	48	4	6
132S8/4	8/4	3,2/5,3	8,9/11	48	4	6
132М8/4	8/4	4,2/7,2	11/14	48	4	6
160S8/4	8/4	6/9	18,5/16,8	48	4	6
160М8/4	8/4	9/13	25,2/24,4	48	4	6
180М8/4	8/4	13/18	30/33,3	72	6	10
200М8/4	8/4	17/25	38,2/45,5	72	6	9

4А, напряжением 380В

N	d	G	D	l	L	КГ	соедин.	Рис.
243+243	0,21	0,46	55	47	250	6	△/YY	1а
216+216	0,21	0,46	56	56	276	6	△/YY	1а
179+179	0,25	0,54	61	56	284	6	△/YY	1а
156+156	0,28	0,59	61	65	305	6	△/YY	1а
109+109	0,35	0,82	70	65	376	6	△/YY	1а
85+85	0,4	1	70	74	396	6	△/YY	1а
51+51	0,49	1,39	84	78	440	6	△/YY	1а
44+44	0,56	1,71	95	90	464	6	△/YY	1а
36+36	0,63	2	95	120	524	6	△/YY	1а
34+34	0,8	2,9	105	110	518	6	△/YY	1а
28+28	0,9	3,37	105	140	578	6	△/YY	1а
26+26	0,95	3,31	126	125	572	6	△/YY	1а
24+24	1,18	4,96	145	115	596	6	△/YY	1а
(18+18)2	0,95	5,85	145	160	686	6	△/YY	1а
(14+14)2	1,18	8,9	185	140	765	6	△/YY	1а
(11+12)2	1,06	11,4	185	180	845	6	△/YY	1а
(11+11)3	1,25	15	211	145	855	6	△/YY	1а
(9+9)3	1,4	16,8	211	185	935	6	△/YY	1а
(7+7)5	1,32	21,2	238	215	1020	6	△/YY	1а
(6+6)6	1,4	27,2	264	200	1055	6	△/YY	1а
(4+5)8	1,6	43,8	290	220	1175	6	△/YY	1а
(4+4)9	1,6	46,8	290	260	1255	6	△/YY	1а
48+48	0,67	2,55	113	140	460	12	△/YY	2а
40+40	0,71	3,06	132	100	430	12	△/YY	2а
32+32	0,8	3,46	132	130	490	12	△/YY	2а
29+29	0,9	3,82	158	115	472	12	△/YY	2а
22+22	1,06	4,62	158	160	562	12	△/YY	2а
20+20	1,32	4,91	197	145	585	12	△/YY	2а
(15+15)2	1,06	8,01	197	200	695	12	△/YY	2а
(11+11)2	1,25	13,2	220	170	710	12	△/YY	2а
19+19	1,5	15,1	250	160	685	12	(△/YY)2	2б

Тип	2p	Pквт	L	Z	q	У
200L8/4	8/4	20/28	43,5/50,6	72	6	9
225M8/4	8/4	22,4/33,5	52,3/63,6	72	6	9
250S8/4	8/4	30/45	62,7/80,2	72	6	9
250M8/4	8/4	37/55	75,5/97,6	72	6	9
180M12/6	12/6	6,7/11	21,5/21,1	72	4	6
200M12/6	12/6	9/14	27,8/27	72	4	6
200L12/6	12/6	10/14	29,9/32,5	72	4	6
225M12/6	12/6	12,5/22	36/41,9	72	4	6
250S12/6	12/6	16/28	44/52	72	4	6
250M12/6	12/6	18,5/35,5	51,5/65,6	72	4	6
180M8/6	8/6	13/15	28,9/29,8	72	1,2,5,6	9
200M8/6	8/6	15/18,5	32,5/35,5	72	1.2,5,6	9
200L8/9	8/6	18,5/22	39,4/42	72	1,2,5,6	9
225M8/6	8/6	22/30	51,7/59,2	72	1,2,5,6	9
250S8/6	8/6	30/37	64,5/70,1	72	1,2,5,6	9
250M8/6	8/6	40/55	84,5/102,8	72	1,2,5,6	9
160S8/6	8/6	7,1/8,5	18,1/20,2	54	1,2,3	7
160M8/6	8/6	9,5/11	23,8/24,2	54	1,2,3	7
160S6/4	6	7,1	16,1	54	3	9
	4	8,5	17,7		3	9
160M6/4	6	11	23,8	54	3	9
	4	13	26,3		3	9
180M6/4	6	13		72	4	12
	4	17			4	13
200M6/4	6	17		72	4	12
	4	22			4	13
100S8/6	8/6	0,7/0,9		36	1+1	5
100L8/6	8/6	1/1,3		36	1+1	5
100S6/4	6/4	1,8/2,1		36	1,2,3	6
100L6/4	6/4	2,5/2,8		36	1,2,3	6
112M6/4	6/4	2,8/3,2	8,2/7,4	36	1,2,3	6
132S6/4	6/4	4/4,5	11/10	36	1,2,3	6
132M6/4	6/4	6/6,2	16/14	36	1,2,3	6

N	d	G	D	l	L	КГ	соедин.	Рис.
(17+17)2	1,12	16,1	250	185	735	12	(△/YY)2	2б
(7+7)3	1,6	20,5	284	185	785	12	△/YY	2а
(6+7)4	1,5	25,8	317	200	865	12	△/YY	2а
(11+11)3	1,32	26,6	317	220	905	12	(△/YY)2	2б
(15+15)2	1,06	11,3	220	170	620	18	△/YY	3а
(13+13)2	1,25	12,3	250	160	595	18	△/YY	3а
(11+12)3	1,12	14,3	250	185	645	18	△/YY	3а
(10+11)2	1,6	17,9	284	175	685	18	△/YY	3а
26+26	1,6	24,2	317	200	750	18	(△/YY)3	3б
23+23	1,6	23,7	317	220	790	18	(△/YY)3	3б
(10+10)2	1,32	11	220	170	620	22	△/YY	8
(10+10)3	1,18	14,5	250	160	680	22	△/YY	8
(8+9)4	1,12	15	250	185	730	22	△/YY	8
(7+7)4	1,32	19,2	284	175	770	22	△/YY	8
(6+6)5	1,4	26,4	317	200	880	22	△/YY	8
(5+5)6	1,4	28,8	317	240	960	22	△/YY	8
29+29	1	6,8	197	145	610	33	YYY/YYY	7
21+21	1,18	8,1	197	200	720	33	YYY/YYY	7
7×2	1,18	2,51	197	145	670	9	YY/△	4
12+12	1,18	4,2			655	18		
5×2	1,32	2,62	197	200	780	9	YY/△	4
9+9	1,4	5,2			765	18		
4×3	1,25	3,1	220	145	660	9	YY/△	4
(8+8)2	1,25	4,5			695	18		
3×4	1,5	5,1	250	160	740	9	YY/△	4
(6+6)2	1,32	4,9			800	18		
210	0,47	2,61	113	110	436	18	YYY/YYY	6
166	0,5	2,81	113	140	496	18	YYY/YYY	6
148	0,53	2,3	105	110	435	15	YYY/YYY	5
114	0,63	2,81	105	140	494	15	YYY/YYY	5
102	0,63	2,62	126	125	482	15	YYY/YYY	5
90	0,85	4,2	145	115	492	15	YYY/YYY	5
64	1	4,8	145	160	582	15	YYY/YYY	5

Тип	2р	Рквт	I	Z	q	У
112MA8/6	8 6	1,1 1,3	3,5 3,7	54	2,3 3	6 9
112MB8/6	8 6	1,4 1,7	4,2 4,5	54	2,3 3	6 9
132S8/6	8 6	2,4 2,6	6,9 6,9	54	2,3 3	6 9
132M8/6	8 6	2,8 3,2	7,9 8,3	54	2,25 3	6 9
100S8/6/4	8/4 6	0,71/1,3 0,9		36	3 2	5 7 и 5
100L8/6/4	8/4 6	0,9/1,7 1,2		36	3 2	5 7 и 5
112MA8/6/4	8/4 6	1,1/1,5 1	3,3/3,5 3,6	54	4 и 5 3	7 9
112MB8/6/4	8/4 6	1,4/2,1 1,2	4/4,2 5	54	4 и 5 3	7 9
132S8/6/4	8/4 6	1,9/3,2 2,2	5,7/7,3 5,9	54	4 и 5 3	7 9
132M8/6/4	8/4 6	2,6/4,5 2,8	7,6/9,8 7,3	54	4 и 5 3	7 9
160S8/6/4	8/4 6	4/7,5 4,5	13,7/15,9 11,4	54	4 и 5 3	7 9
160M8/6/4	8/4 6	5/10 6,3	15,4/20,3 15,2	54	4 и 5 3	7 9
180M8/6/4	8/4 6	8/12,5 10	22,7/24,6 17,2	72	6 4	9 9
200M8/6/4	8/4 6	11/18,5 12	27,4/34,7 26,4	72	6 4	9 10
200L8/6/4	8/4 6	14/21 15	35,3/39,3 31,9	72	6 4	9 10
225M8/6/4	8/4 6	17/25 18,5	38,6/47,5 37,3	72	6 4	9 10

N	d	G	D	l	L	КГ	соедин.	Рис.
22+22	0,63	1,28	132	100	340	24	Y	—
35	0,63	1,15			438	9	Y	—
19+19	0,67	1,46	132	125	440	24	Y	—
29	0,67	1,24			488	9	Y	—
15+15	0,85	1,92	158	115	444	24	Y	—
22	0,85	1,62			512	9	Y	—
11+11	1	2,28	158	160	444	24	Y	—
17	0,95	1,83			512	9	Y	—
64+64	0,47	1,49	113	110	400	12	△/YY	2а
51	0,56	0,85			430	9	Y	—
50+50	0,5	1,56	113	140	460	12	△/YY	2а
40	0,63	0,97			490	9	Y	—
41+41	0,5	1,61	132	100	422	12	△/YY	2а
34	0,56	0,88			438	9	Y	—
34+34	0,53	1,76	132	125	472	12	△/YY	2а
28	0,63	1,02			488	9	Y	—
31+31	0,63	2,08	158	115	450	12	△/YY	2а
24	0,75	1,31			512	9	Y	—
22+22	0,75	2,53	158	160	540	12	△/YY	2а
18	0,85	1,56			602	9	Y	—
18+18	1	4,01	197	145	585	12	△/YY	2а
15	1	2,92			670	9	Y	—
14+14	1,12	4,72	197	200	695	12	△/YY	2а
11	1,25	2,63			780	9	Y	—
11+11	1,32	6,72	220	170	680	12	△/YY	2а
4+5	1,25	4,91			680	18	Y	—
9+10	1,18	9,32	250	160	685	12	△/YY	2а
(4+4)2	1,25	4,63			710	18	Y	—
(8+8)2	1,25	9,5	250	185	735	12	△/YY	2а
(3+4)3	1,4	5,41			760	18	Y	—
(8+8)2	1,4	12,2	284	175	675	12	△/YY	2а
(3+4)3	1,25	6,61			785	18	Y	—

Тип	2p	Pквт	I	Z	q	У
250S8/6/4	8/4 6	20/30 22	42,6/54,7 47,9	72	6 4	9 10
250M8/6/4	8/4 6	25/37 28	57/68,2 59,2	72	6 4	9 10
100S8/4/2	8 4/2	0,63 1,1/1,5		36	2 и 1 6	4 и 5 10
100L8/4/2	8 4/2	0,9 1,5/2,1		36	2 и 1 6	4 и 5 10
112M8/4/2	8 4/2	1,1 1,9/2,2	3,8 4,7/5,,5	36	2 и 1 6	4 и 5 9
132S8/4/2	8 4/2	1,8 3/3,6	6 7,2/9,1	36	1 и 2 6	5 и 4 9
132M8/4/2	8 4/2	2,4 4,5/5 9	7,6 10/12	36	1 и 2 6	5 и 4
160S8/4/2	8 4/2	3,8 4,25/6,3	3,8 3,25/6,3	48	2 8	6 13
160M8/4/2	8 4/2	5 7,1/9,5	5 7,1/9,5	48	2 8	6 13
100S6/4/2	6 4/2	1 1,1/1,5		36	2 6	6 10
100L6/4/2	6 4/2	1,4 1,5/2,1		36	2 6	6 10
112M6/4/2	6 4/2	1,6 2,2/2,8	4,5 5,2/6,6	36	2 6	6 10
132S6/4/2	6 4/2	2,8 3,6/4,2	7,3 8,1/9,9	36	2 6	6 9
132M6/4/2	6 4/2	3,8 5/6	9,6 11/13	36	2 6	6 9
160S6/4/2	6 4/2	4,8 5,3/7,5	11,2 11,4/14,7	36	3 8	6 13
160M6/4/2	6 4/2	6,7 7,5/10,5	14,8 15,6/21,2	36	3 8	6 13

N	d	G	D	l	L	КГ	соедин.	Рис.
(7+7)3	1,32	16,2	317	200	865	12	△/*YY*	2а
(2+3)4	1,32	7,91			890	18	*Y*	—
(11+11)2	1,25	15,9	220	220	905	12	(△/*YY*)2	2б
(2+3)4	1,5	9,91			930	18	*Y*	—
71	0,63	1,43	105	110	407	12	*Y*	—
37+37	0,47	1,18			558	6	△/*YY*	1а
57	0,67	1,55	105	140	467	12	*Y*	—
29+29	0,53	1,32			618	6	△/*YY*	1а
55	0,67	1,31	126	125	446	12	*Y*	—
30+30	0,56	1,35			572	6	△/*YY*	1а
46	0,9	2,12	145	115	440	12	*Y*	—
25+25	0,75	2,11			596	6	△/*YY*	1а
34	1	2,33	145	160	530	12	*Y*	—
18+18	0,85	2,36			686	6	△/*YY*	1а
59	1,18	3,71	185	140	555	12	*Y*	—
31+31	1	4,02			780	6	△/*YY*	1а
21	1,32	4,01	185	180	635	12	*Y*	—
12+13	1,18		5,12		860	6	△/*YY*	1а
48	0,71	1,36	105	110	428	9	*Y*	—
37+37	0,47	1,18			558	6	△/*YY*	1а
37	0,85	1,6	105	140	448	9	*Y*	—
29+29	0,53	1,32			618	6	△/*YY*	1а
41	0,67	1,33	126	125	482	9	*Y*	-
30+30	0,63	1,71			572	6	△/*YY*	1а
34	0,9	1,76	145	115	490	9	*Y*	—
25+25	0,85	2,65			596	6	△/*YY*	1а
25	1,06	2,2	145	160	580	9	*Y*	—
19+19	0,95	2,91			686	6	△/*YY*	1а
12+12	1,18	3,11	185	140	550	18	*Y*	—
15+15	1,12	4,43			780	6	△/*YY*	1а
9+9	1,4	3,82	185	180	630	18	*Y*	—
12+12	1,18	4,91			860	6	△/*YY*	1а

Продолжение 8.2.

Тип	2р	Р кВт	I	Z	q	У
100S8/6/4/2	8/6 4/2	0,5/0,63 0,9/1,1		36	1+1 6	5 10
100L8/6/4/2	8/6 4/2	0,71/0,85 4/6,7		36	1+1 6	5 10
160M12/8/6/4	12/6 8/4	1,8/4,25 4/6,7	12,2/9,5 14,3/14,4	54	3 4	5 7
180M12/8/6/4	12/6 8/4	3/6 5/8	10,2/12,2 12,6/15,6	72	4 6	7 10
200M12/8/6/4	12/6 8/4	5/8,5 8/12	16/17,2 20,8/23,7	72	4 6	6 9
200L12/8/6/4	12/6 8/4	6/10,5 10/15	19,9/20,9 24,7/28,8	72	4 6	6 9
225M12/8/6/4	12/6 8/4	7,1/13 12,5/20	22,5/44,8 34/38,2	72	4 6	6 9
250S12/8/6/4	12/6 8/4	9/18,5 17/26,5	31,6/40,3 43,8/57,4	72	4 6	6 9
250M12/8/6/4	12/6 8/4	12/24 22/30	36,7/46,6 49,7/55,9	72	4 6	6 9

Электродвигатели новой серии 4А — закрытого исполнения и 4АН — открытого исполнения в настоящее время сняты с выпуска.

На основе 4 серии разработаны и выпускаются электродвигатели серии АИ.

Обе серии имеют идентичное обозначение и маркировку.

N	d	G	D	l	L	КГ	соедин.	Рис.
69+69	0,45	1,51	113	110	436	18		6
39+39	0,4	1,01			518	6	△/YY	1a
54+54	0,5	1,82	113	140	436	18		6
31+31	0,45	1,02			518	6	△/YY	1a
21+21	0,8	3,2	197	200	630	18		3a
14+14	0,9	3,01			695	12	△/YY	3a
17+17	1	5,5	220	170	635	18	△/YY	3a
12+12	1,12	5,4			700	12	△/YY	2a
15+15	1,18	6,3	250	160	595	18	△/YY	2a
10+10	1,4	6,9			685	12	△/YY	2a
12+13	1,32	7,2	250	185	645	18	△/YY	3a
9+9	1,5	7,2			735	12	△/YY	2a
12+12	1,4	7,91	284	177	655	18	△/YY	3a
15+15	1,25	9,2			765	12	△/YY	2a
(10+10)2	1,18	10,7	317	202	750	18	△/YY	3a
(7+7)2	1,4	12,1			865	12	△/YY	2a
(8+8)2	1,32	11,2	317	222	790	18	△/YY	3a
(6+6)2	1,5	12,5			905	12	△/YY	2a

8.3. Данные многоскоростных электродигателей серии АО2,

Тип	2p	Pквт	I	Z	q	U
АО2-31-4/2	4/2	1,8/2,3	4,5/5,3	36	6	10
АО2-32-4/2	4/2	2,3/2,9	5,4/6,2	36	6	10
АО2-31-6/4	6	0,75	2,4	36	2	6
П.М.	4	1,1	2,7		3	9
АО2-32-6/4	6	1,1	3,2	36	2	6
П.М.	4	1,6	3,8		3	9
АО2-31-6/4	6	0,9	2,6	36	2	6
П.Р.	4	0,9	2,2		3	9
АО2-32-6/4	6	1,2	3,4	36	2	6
П.Р.	4	1,2	2,9		3	9
АО2-31-6/4/2	6	0,75	2,4	36	2	6
	4/2	0,9/1,2	2,5/2,9		6	10
АО2-32-6/4/2	6	1,1	3,3	36	2	6
	4/2	1,3/1,7	3,3/3,8		6	10
АО2-41-4/2	4/2	3,3/4,1	7,2/8,7	36	6	10
АО2-42-4/2	4/2	4,7/5,5	9,6/11	36	6	10
АОЛ2-11-4/2	4/2	0,45/0,6	1,4/1,5	24	4	7
АОЛ2-21-4/2	4/2	0,7/0,9	3/3	24	4	7
АОЛ2-22-4/2	4/2	1/1,4	3,6/3,2	24	4	7
АОЛ2-31-6/4/2	6	0,75	2,4	36	2	6
	4/2	0,9/1,2	2,5/2,93		6	10
АОЛ2-32-6/4/2	6	1,1	3,27	36	2	6
	4/2	1,3/1,7	3,3/3,39		6	10
АО2-11-4/2	4/2	0,45/0,6	1,4/1,5	24	4	7
АО2-12-4/2	4/2	0,6/0,85	1,7/2,1	24	4	7
АО2(Л)-21-4/2	4/2	1/1,3	3/3	24	4	7
АО2-22-4/2	4/2	1,4/1,9	3,6/3,2	24	4	7
АО2-71-4/2	4/2	15,5/19,5	32/38,5	36	6	10
АО2-72-4/2	4/2	19/24,5	38/47,5	36	6	10
АО2-81-4/2	4/2	32/38	58,9/69,5	48	8	13
АО2-82-4/2	4/2	38/45	68,7/80,7	48	8	13

напряжением 380В.

N	d	G	D	l	L	КГ	соедин.	Рис.
43+43	0,75	3	112	88	490	6	△/YY	1а
35+35	0,85	3,4	112	115	544	6	△/YY	1а
67	0,6	1,24	112	88	410	9	Y	
52	0,71	1,5			466	6	Y	
52	0,71	1,5	112	115	464	9	Y	
41	0,8	1,64			520	6	Y	
67	0,67	1,46	112	88	410	9	Y	
55	0,63	1,28			466	6	Y	
52	0,71	1,61	112	115	464	9	Y	
45	0,67	1,45			520	6	Y	
68	0,56	1,18	112	88	410	9	Y	
50+50	0,5	1,52			466	6	△/YY	1а
52	0,67	1,41	112	115	464	9	Y	
39+39	0,56	1,66			520	6	△/YY	1а
33+33	1,04	5,56	133	110	606	6	△/YY	1а
25+25	1,12	6,4	133	148	682	6	△/YY	1а
143+143	0,35	1,2	80	54		6	△/YY	1а
100+100	0,5	1,8	94	70		6	△/YY	1а
79+79	0,56	2,15	94	97		6	△/YY	1а
74	0,53	1,1	112	90		9	Y	
56+56	0,47	1,62				6	△/YY	1а
52	0,67	1,41	112	117		9	Y	
39+39	0,56	1,72				6	△/YY	1а
125+125	0,38	1,16	80	52		6	△/YY	1а
110+110	0,42	1,26	80	65		6	△/YY	1а
88+88	0,53	1,87	94	70		6	△/YY	1а
67+67	0,63	2,18	94	95		6	△/YY	1а
(12+12)3	1,4	17,4	214	165		6	△/YY	1а
(10+10)3	1,6	19,4	214	205		6	△/YY	1а
(7+7)5	1,5	27,6	247	190		6	△/YY	1а
(6+6)6	1,5	30,4	247	245		6	△/YY	1а

Тип	2p	РкВт	I	Z	q	У
АО2-81-8/4	4/2	19/28	41,6/51,9	72	6	10
А02-41-8/4	8/4	1,6/2,5	4,9/5,4	36	3	5
А02-42-8/4	8/4	2,3/3,9	7/8,1	36	3	5
АО2-41-6/4	6	1,8	4,7	36	2	6
П.Р.	4	1,8	4		3	9
АО2-42-6/4	6	2,4	6,1	36	2	6
П.Р.	4	2,4	5,2		3	9
АО2-41-6/4	6	1,6	4,2	36	2	6
П.М.	4	2,3	5,2		3	9
АО2-42-6/4	6	2,1	5,2	36	2	6
П.М.	4	3	64		3	9
АО2-41-6/4/2	6	1,7	4,3	36	2	6
	4/2	2/2,4	4,7/55		6	10
АО2-42-6/4/2	6	2,1	5,3	36	2	6
	4/2	2,4/2,9	5,5/6,4		6	10
АО2-51-4/2	4/2	6,1/7,3	12,9/15,1	36	6	10
АО2-52-4/2	4/2	8,3/10,2	17,2/20,2	36	6	10
АО2-51-6/4	6	3,1	7,8	36	2	6
П.М.	4	4,7	10,1		3	9
АО2-52-6/4	6	4,5	11	36	2	6
П.М.	4	6,7	14		3	9
АО2-51-6/4	6	3,7	9	36	2	6
П.Р.	4	3,7	8,2		3	9
АО2-52-6/4	6	4,7	11	36	2	6
П.Р.	4	4,7	10,1		3	9
АО2-51-8/4	8/4	3/4,8	8,95/10,5	36	3	5
АО2-52-8/4	8/4	4,1/6,6	12,1/14,2	36	3	5
АО2-51-6/4/2	6	3	7,6	36	2	6
	4/2	3,3/4	8,25/9,1		6	9
АО2-52-6/4/2	6	4	10	36	2	6
	4/2	4,5/5,7	9,8/12,3		6	9
АО2-61-4/2	4/2	8,5/10	18/20	36	6	10
АО2-62-4/2	4/2	11,5/14,5	24/28,6	36	6	10

Продолжение 8.3.

N	d	G	D	l	L	КГ	соедин.	Рис.
(8+8)3	1,5	22,5	285	190		12	△/YY	2а
54+54	0,85	4,55	144	110	474	12	△/YY	2а
40+40	0,95	5,25	144	148	550	12	△/YY	2а
47	0,95	2,84	133	110	508	9	Y	
41	0,85	2,11			580	6	Y	
35	1,12	3,33	133	148	584	9	Y	
31	0,9	2,15			656	6	Y	
49	0,85	2,38	133	110	508	9	Y	
37	0,95	2,55			580	6	Y	
38	0,95	2,66	133	148	584	9	Y	
29	1,12	3,11			656	6	Y	
49	0,85	2,38	133	110	508	9	Y	
35+35	0,71	2,62			606	6	△/YY	1а
38	0,85	2,66	133	148	584	9	Y	
30+30	0,75	2,91			682	6	△/YY	1а
22+22	1,5	9	158	135	718	6	△/YY	1а
(18+18)2	1,18	10,8	158	170	788	6	△/YY	1а
35	1,18	3,73	158	135	574	9	Y	
23	1,5	4,17			676	6	Y	
26	1,4	4,18	158	170	644	9	Y	
19	1,6	4,73			746	6	Y	
33	1,4	4,4	158	135	574	9	Y	
25	1,25	3,38			676	6	Y	
27	1,5	4,98	158	170	644	9	Y	
20	1,4	3,73			746	6	Y	
36+36	1,12	6,5	173	135	572	12	△/YY	2а
27+27	1,32	7,85	173	190	672	12	△/YY	2а
35	1,18	3,73	158	135	574	9	Y	
28+28	0,95	4,46			718	6	△/YY	1а
28	1,4	4,18	158	170	644	9	Y	
22+22	1,06	4,8			788	6	△/YY	1а
(18+18)2	1,32	12,1	180	138	772	6	△/YY	1а
(15+15)2	1,4	12,1	180	168	832	6	△/YY	1а

Тип	2р	Р кВт	I	Z	q	У
АО2-61-8/4	8/4	5,5/8,5	13,7/17,3	54	4 и 5	7
АО2-62-8/4	8/4	7/10,5	17,1/21	54	4 и 5	7
АО2-61-12/6	12/6	3,2/6	12,5/13	54	3	7
АО2-62-12/6	12/6	3,8/7,5	14,7/15,4	54	3	7
АО2-61-8/6/4	8/4	3,8/6	10,25/12,6	54	4 и 5	7
	6	4,8	11,5		3	7
АО2-62-8/6/4	8/4	4,6/7,5	12,8/15,35	54	4 и 5	7
	6	5,7	12,6		3	7
АО2-61-12/8/6/4	12/6	1,6/3,2	7/7,2	54	3	7
	8/4	3,2/5	8,7/10,6		4 и 5	7
АО2-62-12/8/6/4	12/6	2/4,6	8,45/10,15	54	3	7
	8/4	4/6,5	10,6/13,5		4 и 5	7
АО2-71-8/4	8/4	10/14,5	22,6/31,6	54		4 и 5
АО2-72-8/4	8/4	13,5/19,5	30,5/19,5	54	4 и 5	7
АО2-71-12/6	12/6	6,4/11	20,8/22,1	54	3	5
АО2-82-8/4	8/4	24/34	51,8/61,7	72	6	10
АО2-91-8/4	8/4	34,4/50,6	68/90,8	72	6	10
АО2-92-8/4	8/4	46,8/65,4	91,2/115,2	72	6	10
АО2-72-12/6	12/6	7,5/14	28,4/30,1	54	3	5
АО2-81-12/6	12/6	10/19	32,1/36,8	72	4	7
АО2-82-12/6	12/6	14/25	44,4/47,9	72	4	7
АО2-91-12/6	12/6	22/35,8	53/67,2	72	4	7
АО2-92-12/6	12/6	29,5/53,3	71/99,3	72	4	7
АО2-71-8/6/4	8/4	7,1/10,5	17,5/21,2	54	4 и 5	7
	6	8,3	17,9		3	7
АО2-72-8/6/4	8/4	9,2/13,5	22,4/27	54	4 и 5	7
	6	10,7	22,8		3	7
АО2-81-8/6/4	8/4	13/19	31/36,9	72	6	10
	6	15	30,5		4	10
АО2-82-8/6/4	8/4	17/25	36,2/47,4	72	6	10
	6	20	39,2		4	10
АО2-91-8/6/4	8/4	24/31,9	49,3/48	72	6	10
	6	26	51,4		4	10

N	d	G	D	!	L	КГ	соедин.	Рис.
20+20	1,5	9,85	206	153	600	12	△/YY	2а
15+15	1,6	10,35	206	193	680	12	△/YY	2а
25+25	1,32	8,8	206	153	532	18	△/YY	3а
21+21	1,4	9,9	206	193	612	18	△/YY	3а
20+20	1,06	5,48	206	153	600	12	△/YY	2а
17+17	0,96	3,71				18	(Y)2	
17+17	1,18	6,52	206	193	680	12	△/YY	2а
15+15	1,06	4,36				18	(Y)2	
31+31	0,8	4,16	206	153	532	18	△/YY	3а
22+22	0,9	415			0,6	12	△/YY	2а
24+24	0,9	4,75	206	193	612	18	△/YY	3а
17+17	1,06	4,92			680	12	△/YY	2а
(14+14)2	1,32	12,8	245	168	706	12	△/YY	2а
(12+12)	1,5	16,3	245	208	786	12	△/YY	2а
(18+18)2	1,18	11,6	245	168	632	18	△/YY	3а
(6+6)4	1,5	26,4	285	260		12	△/YY	2а
(5+5)5	1,6	34,7	334	240		12	△/YY	2а
(4+4)6	1,6	40	354	330		12	△/YY	2а
(14+14)2	1,4	14,7	245	205		18	△/YY	3а
(11+11)2	1,6	19,7	285	190		18	△/YY	3а
(8+8)3	1,5	23	285	260		18	△/YY	3а
(7+8)4	1,5	28,2	334	240		18	△/YY	3а
(5+6)5	1,6	36	334	330		18	△/YY	3а
15+15	1,4	7,9	245	165		12	△/YY	2а
(7+7)2	1,16	4,9				18	Y	
12+12	1,6	8,4	245	205		12	△/YY	2а
(5+5)2	1,32	4,8				18	Y	
(8+8)2	1,4	12,3	285	190		12	△/YY	2а
(4+4)2	1,6	6,85				18	Y	
(7+7)2	1,5	12,4	285	260		12	△/YY	2а
(3+3)4	1,32	8,6				18	Y	
(6+6)3	1,5	19,6	334	240		12	△/YY	2а
(8+8)2	1,25	12,9				18	Y	

Тип	2р	РкВт	I	Z	q	У
АО2-92-8/6/4	8/4	32,7/48	65,9/66,5	72	6	10
	6	36,2	92,1		4	10
АО2-71-12/8/6/4	12/6	3,3/5,8	12,6/12,2	54	3	5
	8/4	5,8/8,6	14,5/17,9		4 и 5	7
АО2-72-12/8/6/4	12/6	4,2/8,5	15,5/17,5	54	3	5
	8/4	7,5/12	18,3/23		4 и 5	7
АО2-81-12/8/6/4	12/6	5,6/12	18,6/23,8	72	4	7
	8/4	9/15	21,6/27,9		6	10
АО2-82-12/8/6/4	12/6	8/15	24,3/29,5	72	4	7
	8/4	13/20	29,9/38,2		6	10
АО2-91-12/8/6/4	12/6	13,2/22,6	35,8/43,5	72	4	7
	8,4	19,9/27,7	40,5/52,2		6	10
АО2-92-12/8/6/4	12/6	18,9/32,4	40/61,7	72	4	7
	8/4	26,6/39,1	55/72,9		6	10

N	d	G	D	l	L	КГ	соедин.	Рис.
(4+4)4	1,6	23	334	330		12	△/YY	2а
(6+6)2	1,5	15,1				18	Y	
23+23	1	5,3	245	165		18	△/YY	3а
16+16	1,18	6				12	△/YY	2а
17+17	1,18	6,2	245	205		18	△/YY	3а
13+13	1,32	6,75				12	△/YY	2а
13+13	1,5	9,85	285	190		18	△/YY	3а
9+9	1,5	8,35				12	△/YY	2а
10+10	1,6	11	285	260		18	△/YY	3а
(7+7)2	1,25	10,5				12	△/YY	2а
(8+8)2	1,4	14	334	240		18	△/YY	3а
(6+6)2	1,6	16,4				12	△/YY	2а
(6+6)2	1,6	17,2	334	330		18	△/YY	3а
(5+5)3	1,4	17,9				12	△/YY	2а

8.4. Данные многоскоростных электродвигателей серии

Тип	2р	РкВт	I	Z	q	У
АО-31-4/2	4/2	0,45/0,6	1,5/1,7	24	4	6
АО-32-4/2	4/2	0,75/1	2/2,4	24	4	6
АО-41-4/2	4/2	1,3/1,7	3,2/4	36	6	9
АО-42-4/2	4/2	2,1/2,8	4,8/6,3	36	6	9
АО-41-6/4	6	0,6	2	36	2	6
П.М.	4	1	2,8		3	9
АО-42-6/4	6	1	2,9	36	2	6
П.М.	4	1,7	4,5		3	9
АО-41-6/4	6	0,8	2,4	36	2	6
П.Р.	4	0,8	2,4		3	9
АО-42-6/4	6	1,3	3,6	36	2.	6
П.Р.	4	1,3	3,6		3	9
АО-41-8/4	8/4	0,3/0,5	1,11/1,21	36	3	5
АО-42-8/4	8/4	0,6/1	2,02/2,27	36	3	5
АО-41-6/4/2	6	0,6	2	36	2	6
	4/2	0,75/1	2,2/2,7		6	9
АО-42-6/4/2	6	1	3,1	36	2	6
	4/2	1,3/1,7	3,5/4,3		6	9
АО-51-4/2	4/2	3,2/4,2	7,1/9,1	36	6	9
АО-52-4/2	4/2	5,2/7	11/14,9	36	6	9
АО-51-6/4	6	1,7	4,7	36	2	6
П.М.	4	2,8	6,6		3	9
АО-52-6/4	6	2,8	7,5	36	2	6
П.М.	4	4,5	10,3		3	9
АО-51-6/4	6	2,1	5,5	36	2	6
П.Р.	4	2,1	5,4		3	9
АО-52-6/4	6	3,2	7,9	36	2	6
П.Р.	4	3,2	7,8		3	9
АО-51-8/4	8/4	1,1/1,7	3,42/3,76	36	3	5
АО-52-8/4	8/4	2/3	5,87/6,35	36	3	5

А, АО, напряжением 380В.

N	d	G	D	l	L	КГ	соедин.	Рис.
107+107	0,38	1,08	89	64	374	6	△/YY	1а
80+80	0745	1,27	89	100	446	6	△/YY	1а
54+54	0,63	2,58	112	75	460	6	△/YY	1а
37+37	0,8	3,18	112	115	540	6	△/YY	1а
76	0,5	0,94	112	75	370	9	Y	
54	0,63	1,3			440	6	Y	
54	0,63	1,27	112	115	450	9	Y	
35	0,8	1,56			520	6	Y	
76	0,56	1,25	112	75	370	9	Y	
54	0,53	0,92			440	6	Y	
54	0,71	1,7	112	115	450	9	Y	
35	0,63	1			520	6	Y	
125+125	0,38	1,9	112	75	370	12	△/YY	2а
78+78	0,5	2,5	112	115	450	12	△/YY	2а
76	0,5	0,94	112	75	370	9	Y	
55+55	0,4	1,19			460	6	△/YY	1а
54	0,63	0,85	112	115	450	9	Y	
37+37	0,5	1,32			540	6	△/YY	1а
33+33	1,06	6,14	152	90	600	6	△/YY	1а
22+22	1,32	7,4	152	140	700	6	△/YY	1а
48	0,85	2,26	152	90	470	9	Y	
34	1,12	3,28			580	6	Y	
32	1,06	2,85	152	140	570	9	Y	
22	0,95	3,67			680	6	Y	
48	1	3,03	152	90	470	9	Y	
34	0,95	2,28			580	6	Y	
32	1,25	3,71	152	140	570	9	Y	
22	1,18	2,68			680	6	Y	
69+69	0,75	4,66	152	90	460	12	△/YY	2а
45+45	0,95	6,2	152	140	560	12	△/YY	2а

Тип	2р	РкВт	I	Z	q	У
АО-51-6/4/2	6	1,7	4,9	36	2	6
	4/2	2,1/2,8	5,1/6,7		6	9
АО-52-6/4/2	6	2,8	7,7	36	2	6
	4/2	3,5/4,5	7,9/10,3		6	9
А-61-4/2	4/2	7,5/10	16,6/20,1	36	6	10
А-62-4/2	4/2	10,5/14	22,8/27,8	36	6	10
АО-61-4/2	4/2	7,5/10	15,9/19,9	36	6	9
АО-62-4/2	4/2	10,5/14	22/27,5	36	6	9
А-61-8/4	8/4	3,5/5	8/9,8	54	4 и 5	7
А-62-8/4	8/4	5/7	11,6/13,6	54	4 и 5	7
АО-62-8/4	8/4	3,5/5	8,1/9,8	54	5 и 4	7
АО-63-8/4	8/4	5/7	11,5/13,6	54	4 и 5	7
А-61-12/6	12/6	2/3,5	6,9/7,5	54	3	5
А-62-12/6	12/6	3/5	10/10,5	54	3	5
АО-61-12/6	12/6	2/3,5	6,5/7,5	54	3	5
АО-62-12/6	12/6	3/5	9,4/10,5	54	3	5
А-61-8/6/4	8/4	2,5/3,5	6,9/7,7	54	4 и 5	7
	6	3	6,7		3	7
А-62-8/6/4	8/4	3,5/5	9,2/10,6	54	4 и 5	7
	6	4,5	9,7		3	7
АО-62-8/6/4	8/4	2,5/3,5	6,8/7,7	54	4 и 5	7
	6	3	6,8		3	7
АО-63-8/6/4	8/4	3,5/5	9/10,6	54	4 и 5	7
	6	4,5	9,8		3	7
А-61-12/8/6/4	12/6	1,3/2,5	5,2/5,8	54	3	4
	8/4	2/3	6,2/6,8		4 и 5	7
А-62-12/8/6/4	12/6	1,7/3,2	6,2/7,2	54	3	5
	8,4	2,4/4	7/8,8		4 и 5	7
АО-62-12/8/6/4	12/6	1,3/2,5	5/5,8	54	3	5
	8/4	2/3	6/7		4 и 5	7

Продолжение 8.4.

N	d	G	O	I	L	КГ	соедин.	Рис.
48	0,85	2,1	152	90	470	9	Y	
34+34	0,75	3			600	6	△/YY	1а
31	1,06	2,77	152	140	570	9	Y	
24+24	0,9	3,65			700	6	△/YY	1а
23+23	1,6	11,5	200	75	730	6	△/YY	1а
(17+17) 2	1,32	11,82	200	100	780	6	△/YY	1а
19+19	1,8	11,2	200	100	730	6	△/YY	1а
(15+15) 2	1,4	11,95	200	135	800	6	△/YY	1а
33+33	1,18	8,83	230	75	500	12	△/YY	2а
25+25	1,32	9,93	230	100	550	12	△/YY	2а
27+27	1,32	10,3	230	100	550	12	△/YY	2а
20+20	1,5	11,36	230	135	620	12	△/YY	2а
45+45	0,95	7,12	230	75	430	18	△/YY	3а
34+34	1,18	8,75	230	100	480	18	△/YY	3а
39+39	1,06	8,5	230	100	480	18	△/YY	3а
29+29	1,18	9,51	230	135	550	18	△/YY	3а
34+34	0,8	4,23	230	75	500	12	△/YY	2а
16+16	1,12	4,24			520	18	Y	
25+25	0,95	4,7	230	100	550	12	△/YY	2а
11+12	1,32	4,5			570	18	Y	
30+30	0,8	4,1	230	100	550	12	△/YY	а
15+15	1,18	4,84			570	18	Y	
22+22	0,95	5,26	230	135	620	12	△/YY	2а
11+11	1,4	5,36			640	18	Y	
50+50	0,67	3,5	230	75	400	18	△/YY	3а
33+33	0,71	3,8			520	12	△/YY	2а
39+39	0,8	4,5	230	100	480	18	△/YY	3а
27+27	0,8	3,88			570	12	△/YY	2а
41+41	0,71	3,98	230	100	480	18	△/YY	3а
28+28	0,71	3,22			570	12	△/YY	2а

Тип	2p	Pквт	I	Z	q	У
АО-63-12/8/6/4	12/6 8/4	2/3,5 3/4,5	7,1/7,7 8,4/10	54	3 4 и 5	5 7
А-71-8/4	8/4	7/10	16/19	54	4 и 5	7
А-72-8/4	8/4	10/14	22,5/27	54	4 и 5	7
АО-72-8/4	8/4	7/10	16,2/21,6	54	4 и 5	7
АО-73-8/4	8/4	10/14	22,4/26,3	54	4 и 5	7
А-71-12/6	12/6	4,5/7	14/14,4	54	3	5
А-72-12/6	12/6	6,5/10	19,5/20,3	54	3	5
АО-72-12/6	12,6	4,5/7	13,7/14,4	54	3	5
АО-73-12/6	12,6	6,5/10	19/20,5	54	3	5
А-71-8/6/4	8/4 6	5/7 6,5	12,5/14,3 13,8	54	4 и 5 3	6 7
А-72-8/6/4	8/4 6	7/10 9	16,5/20,4 18,8	54	4 и 5 3	6 7
АО-72-8/6/4	8/4 6	5/7 6,5	12,2/14,3 13,7	54	4 и 5 3	7 7
АО-73-8/6/4	8/4 6	7/10 9	16,2/20 18,3	54	4 и 5 3	7 7
А-71-12/8/6/4	12/6 8/4	3/5 4/6,5	10,1/10,7 11,1/13,8	54	3 4 и 5	5 7
А-72-12/8/6/4	12/6 8/4	4/7 6/9	13/14,6 16/18,4	54	3 4 и 5	5 7
АО-72-12/8/6/4	12/6 8/4	3/5 4/6,5	10,5/10,5 12/13,7	54	3 4 и 5	5 7
АО-73-12/8/6/4	12/6 8/4	4/7 6/9	13,7/14,2 17/18,5	54	3 4 и 5	5 7
А-81-8/4	8/4	14/20	31,4/37,5	72	6	9
А-82-8/4	8/4	20/28	43,7/52	72	6	9
АО-82-8/4	8/4	14/20	30,5/37,2	72	6	9
АО-83-8/4	8/4	20/28	43/51,5	72	6	9

N	d	G	D	l	L	КГ	соедин.	Рис.
30+30	0,8	4,31	230	135	550	18	△/YY	3а
21+21	0,85	3,88				12	△/YY	2а
(22+22)2	1,12	13,7	260	100	620	12	△/YY	2а
(16+16)2	1,32	14,9	260	135	690	12	△/YY	2а
17+17	1,18+1,25	14	260	135	690	12	△/YY	2а
13+13	1,4+1,5	17,6	260	185	790	12	△/YY	2а
31+31	1,4	13	260	100	540	18	△/YY	3а
23+23	1,6	14,2	260	135	610	18	△/YY	3а
25+25	1,5	14	260	135	610	18	△/YY	3а
18+18	1,18+1,25	15,3	260	185	710	18	△/YY	3а
24+24	1,06	6,18	260	100	690	12	△/YY	2а
10+11	1,6	6,5			630	18	Y	
17+17	1,32	7,9	260	135	680	12	△/YY	2а
(8+8)2	1,32	7,9			700	18	Y	
20+20	1,12	7,14	260	135	680	12	△/YY	2а
(9+9)2	1,18	7,2			700	18	Y	
15+15	1,25	7,5	260	185	780	12	△/YY	2а
7+7	1,32+1,4	8,64			800	18	Y	
32+32	1	6,84	260	100	530	18	△/YY	3а
22+22	1	5,52			630	12	△/YY	2а
24+24	1,18	7,74	260	135	600	18	△/YY	3а
16+16	1,18	6,48			700	12	△/YY	2а
26+26	1,06	7,04	260	135	600	18	△/YY	3а
17+17	1,12	5,82			700	12	△/YY	2а
20+20	1,25	9	260	185	700	18	△/YY	3а
13+13	1,25	6,72			800	12	△/YY	2а
21+21	1,6	20,6	300	130	770	12	(△/YY)2	2б
(16+16)2	1,32	25	300	180	870	12	(△/YY)2	2б
9+8	1,7+1,8	24,4	300	180	870	12	△/YY	2а
(6+6)2	1,4+1,5	28,1	300	250	1010	12	△/YY	2а

Тип	2р	РкВт	I	Z	q	У
А-81-12/6	12/6	9/14	27,4/28	72	4	6
А-82-12/6	12/6	12,5/20	36/39,7	72	4	6
АО-82-12/6	12/6	9/14	25,7/27,8	72	4	6
АО-83-12/6	12/6	12,5/20	35,2/39,2	72	4	6
А-81-8/6/4	8/4	10/14	23,3/28	72	6	9
	6	12,5	26		4	10
А-82-8/6/4	8/4	14/20	32/39,8	72	6	9
	6	18	37,2		4	10
АО-82-8/6/4	8/4	10/14	22,6/28	72	6	9
	6	12,5	24,8		4	10
АО-83-8/6/4	8/4	14/20	31,3/39	72	6	9
	6	18	35,4		4	10
А-81-12/8/6/4	12/6	6/10	18,6/20	72	4	6
	8/4	8,5/12,5	21,4/25		6	9
А-82-12/8/6/4	12/6	8/14	23,8/27,5	72	4	6
	8/4	11/18	27,2/35,6		6	9
АО-82-12/8/6/4	12/6	6/10	19,7/20	72	4	6
	8/4	8,5/12,5	23,5/25,5		6	9
АО-83-12/8/6/4	12/6	8,5/14	27,2/27,5	72	4	6
	8/4	11/18	30/36,5		6	9
А-91-8/4	8/4	28/40	60,5/74	72	6	9
А-92-8/4	8/4	40/55	85,3/101	72	6	9
АО-93-8/4	8/4	28/40	60/73	72	6	9
АО-94-8/4	8/4	40/55	85,5/99	72	66	99
А-91-12/6	12/6	18/28	50/55	72	4	6
А-92-12/6	12/6	25/40	70/77,6	72	4	6
АО-93-12/6	12/6	18/28	50/54,3	72	4	6
АО-94-12/6	12/6	25/40	69/77	72	4	6
А-91-8/6/4	8/4	20/28	44/55,4	72	6	9
	6	25	51,5		4	10
А-92-8/6/4	8/4	28/40	63,4/78,6	72	6	9
	6	36	73,5		4	10

N	d	G	D	l	L	КГ	соедин.	Рис.
15+15	1,32+1,4	19,5	300	130	660	18	△/YY	3а
11+11	1,5+1,6	22	300	180	760	18	△/YY	3а
(12+12)2	1,4	19,8	300	250	760	18	△/YY	3а
(9+9)3	1,32	23	300	250	900	18	△/YY	3а
12+12	1,5	9,9	300	130	740	12	△/YY	2а
(5+5)2	1,7	12,8			830	18	Y	
9+9	1,7	11,3	300	180	840	12	△/YY	2а
12+12	1,5	13,3			930	18	Y	
9+9	1,6	10,9	300	180	840	12	△/YY	2а
14+14	1,32	13			930	18	Y	
7+7	1,4+1,5	13,8	300	250	980	12	△/YY	2а
10+10	1,6	14,2			1070	18	Y	
16+16	1,4	10,6	300	190	630	18	△/YY	3а
11+11	1,4	9,1			800	12	△/YY	2а
12+12	1,6	12,2	300	180	730	18	△/YY	3а
8+9	1,6	9,9			900	12	△/YY	2а
13+13	1,5	11,7	300	180	730	18	△/YY	3а
9+9	1,5	9,35			900	12	△/YY	2а
10+10	1,7	13,4	300	250	870	18	△/YY	3а
7+7	1,7	11,2			1040	12	△/YY	2а
14+15	1,5+1,6	34,4	350	160	920	12	(△/YY)2	2б
(10+11)3	1,5	39,3	350	220	1040	12	(△/YY)2	2б
(10+10)3	1,5	40,6	350	250	1100	12	(△/YY)2	2б
(8+8)4	1,5	49	350	320	1240	12	(△/YY)2	2б
30+30	1,6	29,2	350	160	760	18	(△/YY)3	3б
(22+22)2	1,25	32,4	350	220	880	18	(△/YY)3	3б
22+22	1,18+1,25	33	350	250	940	18	(△/YY)3	3б
17+17	1,4+1,5	42,5	350	320	1080	18	(△/YY)3	3б
(8+8)2	1,5	16,1	350	160	860	12	△/YY	2а
(11+11)2	1,25	17,7			960	18	(Y)3	
(6+6)3	1,4	18,6	350	220	980	12	△/YY	2а
(8+8)2	1,5	20,7			1080	18	(Y)3	

Тип	2p	PкВт	I	Z	q	У
АО-93-8/6/4	8/4 6	20/28 25	45/54,5 49	72	6 4	9 10
АО-94-8/6/4	8/4 6	28/40 36	62,5/77,5 70	72	6 4	9 10
А-91-12/8/6/4	12/6 8/4	12/20 17/25	35/39 41,2/49,1	72	4 6	6 9
А-92-12/8/6/4	12/6 8/4	17/28 24/36	49,1/54,7 57,7/70,5	72	4 6	6 9
АО-93-12/8/6/4	12/6 8/4	12/20 17/25	38,5/39 45,8/50,5	72	4 6	6 9
АО-94-12/8/6/4	12/6 8/4	17/28 24/36	54/55 64/72	72	4 6	6 9

Электродвигатели серии А(АО) — первая единая Всесоюзная серия асинхронных электродвигателей с мощностями на 15 ступеней выпускалась на заводах с 1950 года, заменившая 8 разразненных серий и типов с различными мощностями И-И2(ИЗО), МКА(МКБ), АД, Т(ТМ), ТНГ(ТАГ), МА, К(КО), Р(Урал).

Вторая серия А2(АО2) с мощностями на 19 ступеней заменила единую серию электродигателей в 1958 году. Обозначение и маркировка серий А(АО) и А2(АО2)-72--4/2 одинаковы и означают:

А, А2 — асинхронный открытый (защищенный);
АО, АО2 — асинхронный закрытый обдуваемый;
7 — седьмой габарит;
2 — вторая длина сердечника;
4/2 — число полюсов.

Продолжение 8.4.

N	d	G	Q	l	L	КГ	соедин.	Рис.
(5+6)2	1,18+1,25	18,9	350	250	1040	12	△/YY	2a
(7+7)3	1,18	19,4			1140	18	(Y)3	
(4+5)3	1,6	22,9	350	320	1180	12	△/YY	2a
(5+5)3	1,6	26			1280	18	(Y)3	
(11+11)3	1,06	15,4	350	160	740	18	△/YY	3a
8+8	1,32+1,4	14,4			920	12	△/YY	2a
(8+8)3	1,25	17,5	350	220	860	18	△/YY	3a
(6+6)3	1,32	17			1040	12	△/YY	2a
(8+8)2	1,5	18,3	350	250	920	18	△/YY	3a
(5+6)	1,6	17,3			1100	12	△/YY	2a
(6+6)3	1,5	22,3	350	320	1060	18	△/YY	3a
(4+5)3	1,5	19,3			1240	12	△/YY	2a

8.5. Данные многоскоростных электродвигателей серии «Т»

Тип	2р	РкВт	I	q
41-4/2	4/2	1,7/2,2	4,2/5,5	6
42-4/2	4/2	2,6/3	6,2/7,1	6
51-4/2	4/2	4,5/5	10,3/12,4	6
52-4/2	4/2	6,5/7,5	13,7/17,3	6
41-8/4	8/4	0,65/1	2,4/2,5	3
42-8/4	8/4	0,8/1,5	3,2/3,7	3
51-8/4	8/4	2/3	5,8/6,8	3
52-8/4	8/4	3/4,5	8,7/9,5	3
51-12/6	12/6	1/2	3,8/5	2
52-12/6	12/6	1,6/3,2	6,1/7,4	2
41-6/2	6/2	1,3/1,7	3,9/4,3	2,4
42-6/2	6/2	1,7/2,3	5,2	2,4
51-6/2	6/2	3,3/3,8	8,3/9,1	2,4
52-6/2	6/2	5,5/6,5	10,7/11,5	2,4
42-8/6	8/6	0,8/1,5	3,3/5,1	4,2
52-12/6/4/2	12/6	1,2/2,4	5,4/6,3	2
	4/2	3,2/3,5	7,6/9,7	6
41-6/4	6/4	1,3/1,4	3,8/3,6	2
42-6/4	6/4	1,9/2,1	5,5/5,1	2
51-6/4	6/4	3,5/3,5	8,3/7,9	2
52-6/4	6/4	4,5/5	11,2/11,2	2
41-8/2	8/2	0,5/1,5	2,2/4	3
42-8/2	8/2	0,8/4	3,3/5,3	3
51-8/2	8/2	1,5/4	5,2/9,2	3
52-8/2	8/2	2,7/6	8,8/12,3	3
52-10/2	10	1,6	6,3	1
	2	4,5	11,5	11,5
51-16/4	16	0,55	3,8	1
	4	3,5	8,1	2
52-16/4	16	0,85	5	1
	4	5	12	2
52-10/6/4	10	1,6	6,3	1
	6/4	3/4,5	8,8/10,5	2 и 1

с ППО, Z = 36, напряжением 380В.

У	N	d	G	D	!	КГ	Соедин.	Рис.
10	52+52	0,75	4,2	112	78	6	△/YY	1a
10	36+36	0,9	4,8	112	118	6	△/YY	1a
11	33+33	1,32	8,5	152	94	6	△/YY	1a
11	22+22	1,6	10	152	144	6	△/YY	1a
5	99+99	0,5	3,1	112	78	12	△/YY	2a
5	71+71	0,6	3,1	112	118	12	△/YY	2a
5	60+60	0,95	6,1	152	94	12	△/YY	2a
5	38+38	1,18	8,2	152	144	12	△/YY	2a
3	93+93	0,8	5,6	152	94	18	△/YY	3a
3	60+60	1	7	152	144	18	△/YY	3a
7	70+70	0,67	3,6	112	78	14	△/△	9
7	45+45	0,8	3,9	112	118	14	△/△	9
7	43+43	1,12	6,9	152	94	14	△/△	9
7	28+28	1,4	8,9	152	144	14	△/△	9
5	142+142	0,41	3,9	112	118	15	△△/△△△	12
3	60+60	0,85	9,47	152	144	18	△/YY	21
9	24+24					9		
6	128	0,67	3,9	112	78	9	△/△	10
6	82	0,85	3,9	112	118	9	△/△	10
6	78	1,18	6,6	152	94	9	△/△	10
6	50	1,5	8,6	152	144	9	△/△	10
4,6,8 и	63+63	0,75	4,2	112	78	12	Y/YY	11
10,11,12	44+44	0,8	4,2	112	118	12	Y/YY	11
4,6,8 и	38+38	1,18	9,6	152	94	12	Y/YY	11
10,11,12	25+25	1,5	10	152	144	12	Y/YY	11
3	33×2	1		152	144	18		
11	(11+11)2	1				12	Y/Y	13
2 и 3	87 и 32	1	6,3	152	94	18		
7	55(110)	1	6,3			12	Y/YY	14
2 и 3	64 и 28	1,25	8,5	152	144	18		
7	36(72)	1,25	8,5			12	Y/YY	14
5	59	1		152	144	18	△/△/YY	18
10	47	1				12		

Тип	2p	PкВт	I	q
52-12/8/4	12/8/4	1,2/3/4,5	6,5/9,5/10,3	2
51-12/2	12 2	1 3	3,8 6,9	1 6
52-12/2	12 2	1,4 4,5	5 10	1 6
51-16/2	16 2	0,5 3	2,1 6,9	1 6
52-16/2	16 2	0,75 4	5,1 10	1 6
41-6/4/2	6 4/2	1 1,2/1,3	3 3/3,4	2 4
42-6/4/2	6 4/2	1,3 1,6/1,8	3,9 4/4,5	2 4
51-6/4/2	6 4/2	3,1 3,2/3,5	7,8 7/8	2 4
52-6/4/2	6 4/2	4,5 5/5,3	12,3 10,9/12,1	2 4
41-8/4/2 42-8/4/2	8/4/2 8/4/2	0,5/1,4/1,5 0,8/1,2/2	2,2/3,3/3,2 3,3/4,1/4,7	3 3
51-8/4/2 52-8/4/2	8/4/2 8/4/2	1,5/3,5/4 2,7/5,5/6	5,5/7,9/9,2 8,8/11,2/12	3 3
41-8/6/4 42-8/6/4	8/6/4 8/6/4	0,6/0,7/1,1 0,8/1/1,4	2,7/1,9/2,7 3,3/2,7/3,4	2 и 4 2 и 4
51-8/6/4 52-8/6/4	8/6/4 8/6/4	1,7/1,9/2,5 2,7/3,2/4	5,9/4,8/5,5 8,7/8,1/8,7	2 и 4 2 и 4
41-8/6/4/2 42-8/6/4/2	8/6/4/2 8/6/4/2	0,6/0,7/1,1/1,3 0,8/1/1,4/1,5	2,7/1,9/2,7/3,3 3,3/2,7/9,4/3,8	2 и 4 2 и 4
51-8/6/4/2 52-8/6/4/2	8/6/4/2 8/6/4/2	1,7/1,9/2,5/3 2,7/3,2/4/4,5	5,9/4,3/5,5/7,2 8,8/8,1/8,7/10	2 и 4 2 и 4
51-12/8/6/4	12/8/6/4	0,8/1,7/2/2,5	3,6/5/5,6/5,8	2 2
52-12/8/6/4	12/8/6/4	1,2/2,5/3/4	5,4/8,2/8,4/8,9	2 2

У	N	d	G	D	L	КГ	Соедин.	Рис.
4	39+39	1,25	7	152	144	18	Y/Δ/Δ	19
3	88	0,95	3,7	152	94	18	Y	
11	17+17	1,06	3,4			6	Y	
3	64	1,18	5,4	152	144	18	Y	
11	12+12	1,18	3,6			6	Y	
2 и 3	112 и 56	0,9	4,3	152	94	24	Y	
11	17+17	1,06	3,4			6	Y	
2 и 3	74 и 37	1,08	5,3	152	144	24	Y	
11	12+12	1,25	3,6			6	Y	
11	27	0,47	3,5	122	118	3	YYY/Δ⅄/ΔY	15
5	133+133	0,47				9		
11	12	0,5	4	112	94	3	YYY/Δ⅄/ΔY	15
5	88+88	0,5				9		
11	16	0,8	5,9	152	94	3	YYY/Δ⅄/ΔY	15
5	79+79	0,8				9		
11	10	1,06	7,1	152	144	3	YYY/Δ⅄/ΔY	15
5	52+52	1,06	7,1			9		
4,6,8 и	125+125	0,5	4,6	112	78	12	YY/ΔΔ/ΔΔ	16
10,12,14	88+88	0,56	5,9	112	12	12	YY/ΔΔ/ΔΔ	16
— и —	76+76	0,85	7,9	152	94	12	YY/ΔΔ/ΔΔ	16
	50+50	1,06	9,6	152	144	12	YY/ΔΔ/ΔΔ	16
5	105+105	0,56	4	112	78	12	Δ/Δ/YY	17
5	75+75	0„6	5,4	112	118	12	Δ/Δ/YY	17
5	65+65	0,9	8,8	152	94	12	Δ/Δ/YY	17
5	43+43	1,18	9,1	152	144	12	Δ/Δ/YY	17
5	105+105	0,56	4	112	78	12	ΔΔ/YY/YY	20
5	75+75	0,6	3,4	112	118	12	ΔΔ/YY/YY	20
5	65+65	0,9	5,7	152	94	12	ΔΔ/YY/YY	20
5	43+43	1,18	5,7	152	144	12	ΔΔ/YY/YY	20
4	45+45	0,75	6,5	152	94	18	Δ/Δ/Δ/Δ	22
4	59+59					18		
4	30+30	0,95	9,5	152	144	18	Δ/Δ/Δ/Δ	22
4	37+37					18		

8.6. Данные лифтовых электродвигателей серии АС, АС2,

Тип	2р	Р кВт	I	Z	q	У
АН-6/18	6 18	3,5 1,18	9,25 7,3	54	3 1	9 3
4АН-160-6/18	6 18	3,5 1,16	10,4 14	54	3 1	7 3
АС-61-6/18	6 18	3,5 1,16	9,2 7,9	54	3 1	7 3
АС-62-6/18	6 18	3,5 1,16	9,2 7,9	54	3 1	7 3
АС-71-6/18	6 18	3,5 1,18		54	3 1	7 3
АС-72-6/18	6 18	3,5 1,17		54	3 1	7 3
АС-81-6/24	6 24	5 1,25	10,6 6	72	4 1	10 3
АС-82-6+24	6 24	7 1,75	25,7 14,6	72	2+2 1	10 3
АС-91-6/24	6 24	6 1,75	15,1 10	72	4 1	10 3
АС-91-6/24	6 24	14 3,5	30 19	72	4 1	9 3
АС-92-6/24	6 24	20 5	20 5	72	4 1	9 3
4АН200-6/24	6 24	7 1,75	15,3 14,7	72	4 1	10 3

4АН, 380В, Y, (обмотки самостоятельные)

a	N	d	G	D	'	L	КГ
	19×2 43	1,32 1	4,5 4,5	206	123		9 27
3	10+10 114	1,25 0,75	3,7 3,4	185	140	584 506	18 27
	13+13 60	1,32 1	4,1 3,8	230	75	490 360	18 27
	11+11 58	1,4 1	4,5 4,5	230	100	530 400	18 27
	(10+10)2 46	1,18 1,18	4,9 5,1	245	130		18 27
	(7+7)2 41	1,18 1,18	2,9 2,2	245	170		18 27
2	(13+13)2 44	1,18 1,12	7,5 8	300	130		18 27
	9×3 32	1,32 1,32	8,2 8,3	300	180		9 36
3	(19+19)2 25	1,12 1,12	22,7 13	325	130		18 36
3	11+12 24	1,5 1,9	12 19	350	160		18 36
	(3+3)4 18	1,5 1,5+1,6	15 17,8	350	220		18 36
3	22+22 15	1,4 1,4	22,7	238	230		18 36

8.7. Данные преобразователей тока с 220/380 В, 50 Гц на

Тип	Наименов.	$P_{кВт}$	2p	U	f
ИЭ940 1У2	статор мот.	5,8	2	220/380	50
мотор-генератор	статор генер.	4	6	36	200
(на одном валу)	ротор мотор.	—		220/380	50
С-759	обмотка мот.	1	2	220/380	50
(преобразоват.)	обмотка ген.	0,8	8	36	200
ИЭ-403 У2	обмотка мот.	2	2	220/380	50
(преобразоват.)	обмотка ген.	1,2	8	36	200
ИЭ-9406 У2	обмотка мот. (большие пазы)	6	2	220/380	50
(преобразоват.)	обмотка ген. (все пазы)	1,5	8	36	200

напряжение 36В, 200 Гц.

I	q	У	N	d	КГ	D	l	Z	cx
17,3/10	6	11	24+24	1,32	6	130	60	36	△/Y
67	3	7	(1+1)6	1,4	18	155	60	54	Y
	1	3	88+88	0,85	18	—			△/Y
4,7/2,7	6	11	30+30	0,85	6	140	45	36	△/Y
9,6	1 и 2	4	(5+5)2	1,12	24			36	Y
7,9/5,6	6	11	19+19	1,08	6	185	53	36	△/Y
	1 и 2	4	(3+3)2	1,32	24			36	Y
17,2/10	2+2	11	45	1,06	6	180	53	24	△/Y
24	1+1	5	5×4	1,32	24			48	Y

8.8. Данные Болгарских многоскоростных электродвига-

Тип	2p	PкВт	I	Z	q	У
АО-80В-4/2	4/2	0,45/0,6	1,6/1,8	36	6	9
АО-80С-4/2	4/2	0,6/0,8	2/2,2	36	6	9
АО-90S-4/2	4/2	0,8/1,1	2/2,7	36	6	9
АО-90L-4/2	4/2	1,1/1,5	2,8/3,6	36	6	9
АО-100L-4/2	4/2	1,5/2,2	3,5/5,3	36	6	9
АО-112S-4/2	4/2	2,4/3	5,5/6,7	36	6	9
АО-112М-4/2	4/2	3,2/4	7,2/8,6	36	6	9
АО2-41-4/2	4/2	4,5/5,5	9,5/11	36	6	10
АО2-42-4/2	4/2	6/7,5	12/14,2	36	6	10
АО2-51-4/2	4/2	8/9	16,6/17,6	36	6	10
АО2-52-4/2	4/2	9,5/12	18,6/22,5	36	6	10
АО-100L-8/4	8/4	0,7/1,1	2,5/2,8	36	4	5
АО-112S-8/4	8/4	1/1,5	3,4/3,7	48	4	6
АО-112М-8/4	8/4	1,4/2,2	4,5/5,3	48	4	6
АО2-41-8/4	8/4	1,9/2,7	5,6/5,6	36	3	5
АО2-42-8/4	8/4	2,6/3,7	7,8/7,4	36	3	5
АО2-51-8/4	8/4	3,7/5,2	9,5/10,1	36	3	5
АО2-52-8/4	8/4	4,5/7	11,4/13,5	36	3	5
АО2-41-6/4	6	2	5,4	36	2	6
	4	3	6,7		3	9
АО2-42-6/4	6	2,7	6,9	36	2	6
	4	4	8,9		3	9
АО2-51-6/4	6	3,5	8,2	36	2	6
	4	5,3	11,4		3	9
АО2-52-6/4	6	4,8	11,6	36	2	6
	4	7	14,4		3	9
АО2-41-8/6/4	8/4	1/1,8	4,5/4	36	3	5
	6	1,4	4,1		2	6
АО2-42-8/6/4	8/4	1,4/2,3	5,4/5	36	3	5
	6	1,9	5		2	6
АО2-51-8/6/4	8/4	2/3,4	6,5/6,8	36	3	5
	6	2,5	7,4		2	6
АО2-52-8/6/4	8/4	2,6/4,2	8,1/8,5	36	3	5
	6	3,4	9,4		2	6

телей серии АО, напряжением 380 В.

N	d	G	D	J	L	КГ	Соедин.	Рис.
78 + 78	0,33		76	45		6	△/YY	1а
63 + 63	0,35		76	80		6	△/YY	1а
63 + 63	0,45		87	75		6	△/YY	1а
47 + 47	0,53		87	95		6	△/YY	1а
37 + 37	0,63		83	115		6	△/YY	1а
34 + 34	0,71		105	105		6	△/YY	1а
27 + 27	0,85		105	140		6	△/YY	1а
27 + 27	1,25		133	120		6	△/YY	1а
22 + 22	1,32		133	100		6	△/YY	1а
(21 + 21) 2	1,06		152	135		6	△/YY	1а
(17 + 17) 2	1,25		152	175		6	△/YY	1а
65 + 65	0,47		98	115		6	△/YY	2а
55 + 55	0,53		119	85		12	△/YY	2а
41 + 41	0,63		119	120		12	△/YY	2а
53 + 53	0,85		144	105		12	△/YY	2а
39 + 39	1		144	140		12	△/YY	2а
35 + 35	1,06		173	175		12	△/YY	2а
27 + 27	1.25		173	175		12	△/YY	2а
43	0,9		144	105		9	Y	
34	1,12					6	Y	
33	1		144	140		9	Y	
25	1,32					6	Y	
29	1,06		173	135		9	Y	
22 × 2	1,06					6	Y	
22	1,4		173	175		9	Y	
18 × 2	1,18					6	Y	
52 + 52	0,67		144	105		12	△/YY	2а
45	0,71					9	Y	
42 + 42	0,71		144	140		12	△/YY	2а
37	0.8					9	Y	
37 + 37	0,85		173	135		12	△/YY	2а
27	0,95					9	Y	
30 + 30	0,95		173	175		12	△/YY	2а
22	1,12					9	Y	

ПОЯСНЕНИЕ К ОБМОТОЧНЫМ ДАННЫМ МНОГОСКОРОСТНЫХ ЭЛЕКТРОДВИГАТЕЛЕЙ

2p — число полюсов многоскоростного электродвигателя;
P — мощность электродвигателя по ступеням оборотов в кВт
I — номинальная сила тока по ступеням оборотов;
Z — число пазов (зубцов) статора
q — число пазов на полюс и фазу означает: одна цифра целое число, две цифры — дробное число;
У — расчетный шаг обмотки, две цифры — разные шаги При укладке сторон секции одна сторона занимает условно первый паз, вторая — на единицу больше расчетного шага.
N — число эффективных проводков означает: одна цифра — обмотка однослойная, две цифры через плюс — двухслойная, а цифра через зиак умножения или за скобками — число элементарных проводников:
d — диаметр провода в мм;
G — вес провода обмотки в килограммах;
D — диаметр расточки статора в мм;
l — длина активной части статора в мм;
L — средняя длина витка в секции в мм;
КГ — число катушечных групп в обмотке;

a — число параллельных ветвей;
ПМ, ПР — постоянный момент, постоянная мощность.

ЛИТЕРАТУРА

1. Харитонов А. М. Многоскоростные двигатели. Москва. Энергия, 1971.

2. Кравчик А. Э., Шлаф М. М., Афонин В. И., Соболевский Е. А. Справочник. Асинхронные двигатели серии 4А. Москва. Энергоиздат, 1982.

3. Тембель П. В. Геращенко Г. В. Справочник по обмоточным данным электрических машин и аппаратов. Киев. Техника, 1981.

4. Зимин В.И., Каплан М.Я., Палей М.М., Робинович И.Н., Федоров В.П., Хаккен П.А. Обмотки электрических машин. Ленинград. Энергия, 1976.

5. Ванурин В.Н. Статорные обмотки современных короткозамкнутых электродвигателей. - Зерноград. Учебное пособие. 1990.